สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน

ปวีณ โภชนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

ชื่อเรื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน

โดย

ปวีณ โภชนา

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ....

(อาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์)

วันที่ 13 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 54

กรรมการที่ปรึกษา ....

(รองศาสตราจารย์ดนุวัต เพ็งอ้น)

วันที่ 14 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 54

กรรมการที่ปรึกษา ....

(อาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี)

วันที่ 14 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 54

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร ....

(อาจารย์ ดร.วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์)

วันที่ 15 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2554

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 21 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2554

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน
ชื่อผู้เขียน	นายปวีณ โภชนา
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ คือ AGS 292, No.75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 และ MJ 0108-11-5 ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึง เมษายน 2553 พบว่าในฤดูฝน ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจาก V1 ถึง V6 และเพิ่มขึ้นอีกในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ จาก R1 ถึง R5 สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงสูงสุดทั้งในระยะ Vegetative และ Reproductive growth stages โดยเฉพาะระยะ R5 มีการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 39.46 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ และมีการสร้างมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจากระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์โดยที่ระยะ R6 มีการสร้างมวลชีวภาพสูงถึง 106.38 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากนั้นจะลดลงในระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยาเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองฝักสดต่างสายพันธุ์กัน มีการสร้างมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพสูงสุด และผลการศึกษาในฤดูแล้งพบว่า ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจาก V1 ถึง V6 และเพิ่มขึ้นอีกในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ จาก R1 ถึง R5 และสายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงสูงสุดทั้งในระยะ Vegetative และ Reproductive growth stages โดยเฉพาะระยะ R5 มีการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 32.59 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ และมีการสร้างมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจากระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ถึงระยะ R6 หลังจากนั้นก็ลดลงในระยะการสุกแก่ทางสรีระวิทยาเมล็ดพันธุ์ การสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวก โดยสายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพ และผลผลิตสูงที่สุด ถั่วเหลืองฝักสดต่างสายพันธุ์กันมีการสร้างมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาสายพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝน มีจำนวนฝักที่ได้มาครฐานต่อต้น น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อไร่ น้ำหนักแห้งต้น

ทั้งหมดต่อไร่ และน้ำหนักแห้งลำต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่า ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์ No.75, MJ 0108-11-5, MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet ตามลำดับ

Title Determination of correlation between photosynthesis and biomass accumulation in different vegetable soybean cultivars

Author Mr. Paween Phochana

Degree of Master of Science in Agronomy

Advisory Committee Chairperson Dr. Settha Siripin

ABSTRACT

The determination of correlation between photosynthesis and biomass accumulation in different vegetable soybean 5 cultivars: AGS 292, No. 75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 and MJ 0108-11-15, in the rainy season showed difference in photosynthesis and biomass production during vegetative and reproductive growth stages. AGS 292 performed the highest photosynthesis in R5 stage (39.46 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) with biomass accumulation increased during vegetative and reproductive growth stages, while producing the highest biomass accumulation in reproductive growth stage R6, (106.38 g./m^2). Results revealed a positive correlation between photosynthesis and biomass accumulation with AGS 292 having highest seed and biomass yield among cultivars while further results in the dry season showed difference in photosynthesis and biomass production during vegetative and reproductive growth stages, which were similar to the results of rainy season, when AGS 292 had the highest photosynthesis in R5 stage (32.59 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) and biomass accumulation increased during vegetative and reproductive growth stages. AGS 292 produced the highest biomass accumulation in reproductive growth stage, (R6) (88.42 g./m^2). Results also showed that positive correlation between photosynthesis and biomass accumulation in AGS 292 had the highest seed and biomass yield among cultivars.

Yield components and yield determination of vegetable soybean grown in the rainy season showed higher values in standard pod per plant, weight of standard pods per rai, plant dry weight per rai and shoot and leaf dry weight per rai when compared to yield components of vegetable soybean in the dry season. A combined analysis of variance showed AGS 292 having higher yield performance in agricultural characteristics, yield components and yield when compared to No.75, MJ 0108-11-5, MJ 0101-4-6 and 16 sweet, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดนุวัต เพ็งอ้น และอาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานทดลอง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์เอนก โชติญาณวงษ์ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ.ดร.สาวิตร มีจุ้ย ที่ได้ให้ความรู้ และแนะนำวิธีการใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์พัชรี ปัญญานาค ที่ได้ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนและแนะนำวิธีการใช้โปรแกรมวิเคราะห์คำนวณทางสถิติ Statistix v.8 for Windows

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนวิชาการต่าง ๆ จนได้นำความรู้นั้นมาใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง และขอขอบคุณพี่ๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และสาขาพืชไร่ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวิชัย โภชนา และคุณแม่สุชาดา โภชนา ที่ได้อบรมสั่งสอน สนับสนุนให้ทุนทรัพย์ และกำลังใจที่มีให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา สุดท้ายนี้ประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบประโยชน์ให้บุคคลทั้งหมดที่ได้กล่าวมา จงมีความสุขความเจริญด้วยเทอญ

ปวีณ โภชนา

มิถุนายน 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตารางผนวก	(13)
สารบัญภาพผนวก	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
ถั่วเหลืองฝักสด	4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
การเจริญเติบโตพัฒนาทางด้านลำต้นและด้านการสืบพันธุ์	8
ลักษณะสำคัญทางด้านสรีรวิทยา	12
ลักษณะทางสรีรวิทยาที่ใช้พิจารณาผลผลิต	14
ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับถั่วเหลือง	16
อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อผลการเจริญเติบโตถั่วเหลืองฝักสด	18
ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	24
วัสดุและอุปกรณ์	24
การทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน	24
การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง	27

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล 30
ระยะเวลาในการดำเนินงาน 30
สถานที่ทำการทดลอง 30
บทที่ 4 ผลการทดลอง 31
ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกันในฤดูฝน 31
ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกันในฤดูแล้ง 45
วิจารณ์ผลการทดลอง 89
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 94
บรรณานุกรม 98
ภาคผนวก 103
ภาคผนวก ก ภาพผนวกของการทดลอง 104
ภาคผนวก ข ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติในการทดลอง 110
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 121

MAEJO UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การพัฒนาของดอกและรังไข่ของถั่วเหลือง	9
2	ลำดับการเกิดและวันของการพัฒนาเมล็ดและฝักของถั่วเหลือง	10
3	ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะการเจริญเติบโตให้ผลผลิต	11
4	ผลการสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน	41
5	ผลการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน	42
6	ลักษณะทางการเกษตรระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน	43
7	องค์ประกอบผลผลิตระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน	44
8	ผลการสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ ในฤดูแล้ง	55
9	ผลการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูแล้ง	56
10	ลักษณะทางการเกษตรระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง	57
11	องค์ประกอบผลผลิตระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง	58
12	ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง กับการสร้างมวลชีวภาพ ในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝน	60
13	ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง กับการสร้างมวลชีวภาพ ในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง	62
14	แสดงค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของรูปสมการแบบยกกำลัง (Power function) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่เพาะปลูกใน 2 ฤดูกาล	74

ตาราง		หน้า
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของฤดูปลูก คือฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้ง ปี 2553 ต่อค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์	77
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรใน 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้ง ปี 2553	81
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปฏิสัมพันธ์ของฤดูปลูก 2 ฤดู กับถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้ง ปี 2553	84
18	สภาพอากาศระหว่างการปลูกในฤดูฝน 2552-ฤดูแล้ง ปี 2553	87
19	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ในแปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสด ภาควิชาพืชไร่	88
20	แสดงอันดับค่าเฉลี่ย 1 ถึง 5 ของถั่วเหลืองฝักสดแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝน 2552	96
21	แสดงอันดับค่าเฉลี่ย 1 ถึง 5 ของถั่วเหลืองฝักสดแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง 2553	97

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	66
2	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูฝน	67
3	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูแล้ง	68
4	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	69
5	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ No.75 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	70
6	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ 16 sweet ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	71

ภาพ		หน้า
7	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	72
8	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง	73

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V1 ในฤดูฝน	111
2	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V2 ในฤดูฝน	111
3	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V3 ในฤดูฝน	111
4	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V4 ในฤดูฝน	112
5	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V5 ในฤดูฝน	112
6	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V6 ในฤดูฝน	112
7	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R1 ในฤดูฝน	113
8	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R2 ในฤดูฝน	113
9	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R3 ในฤดูฝน	113
10	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R4 ในฤดูฝน	114
11	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R5 ในฤดูฝน	114
12	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R6 ในฤดูฝน	114
13	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R7 ในฤดูฝน	115

ตารางผนวก		หน้า
14	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R8 ในฤดูฝน	115
15	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V1 ในฤดูแล้ง	116
16	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V2 ในฤดูแล้ง	116
17	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V3 ในฤดูแล้ง	116
18	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V4 ในฤดูแล้ง	117
19	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V5 ในฤดูแล้ง	117
20	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ V6 ในฤดูแล้ง	117
21	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R1 ในฤดูแล้ง	118
22	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R2 ในฤดูแล้ง	118
23	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R3 ในฤดูแล้ง	118
24	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R4 ในฤดูแล้ง	119
25	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R5 ในฤดูแล้ง	119
26	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R6 ในฤดูแล้ง	119
27	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R7 ในฤดูแล้ง	120

ตารางผนวก		หน้า
28	ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R8 ในฤดูแล้ง	120

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	แผนผังแปลงทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ตลอดระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ (ฤดูฝน)	105
2	แผนผังแปลงทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ตลอดระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ (ฤดูแล้ง)	106
3	ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)	107
4	ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553 – เมษายน 2553)	107
5	แสดงการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)	108
6	แสดงการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)	108
7	แสดงการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)	109
8	แสดงการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)	109

บทที่ 1
บทนำ

ถั่วเหลืองฝักสดมีผู้นิยมบริโภคมากขึ้น เพราะถั่วเหลืองฝักสดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยวิตามิน เอ บี ซี และเกลือแร่ชนิดต่างๆ คุณค่าทางอาหารในเมล็ดสดประกอบด้วย โปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ ไขมันที่ปราศจากโคเรสเตอรอล 5.7 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานทางการแพทย์พบว่ามีสารแอนติออกซิแดน (antioxidant) ที่มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัวลดภาวะเกิดโรคหัวใจและลดภาวะเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็ง (Shanmugasundaram and Yan, 2004)โดยเฉพาะชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคถั่วเหลืองฝักสดกันมากถึงประมาณ 150,000 ตันต่อปี แต่ผลผลิตในประเทศไม่พอเพียง จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น จีน ไต้หวัน ไทย อินโดนีเซีย และเวียดนาม ปีหนึ่ง ๆ มากกว่า 50,000 ตัน ซึ่งจีนและไต้หวันเป็นประเทศที่ส่งถั่วเหลืองฝักสดไปขายที่ญี่ปุ่นมากที่สุด แต่ประเทศไทยส่งไปขายปีละประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นมีปริมาณความต้องการถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยการส่งออกถั่วเหลืองฝักสดไปในรูปฝักแช่แข็ง และส่งออกเมล็ดสดที่แกะออกจากฝัก (shelled edamame) (Lin and Cheng, 2001) ซึ่งสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศหลายพันล้านบาทต่อปี จึงเหมาะสมที่จะต้องศึกษาพัฒนาวิธีการปลูกและการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี และมีลักษณะคุณภาพที่ดี เป็นที่ต้องการของตลาด เช่น มีกลิ่นหอม มีรสชาติที่อร่อย และมีสีสันรูปทรงเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยและพัฒนาการผลิตถั่วเหลืองฝักสดอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของถั่วเหลืองฝักสด และสามารถช่วยเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในการปลูกฤดูกาลที่ต่างกัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสังเคราะห์แสง ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

2. เพื่อศึกษาการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน

4. เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ตรวจวัดผลการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

2. ตรวจวัดผลการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

3. ประเมินความสัมพันธ์ระหว่าง การสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน

4. ติดตามบันทึกลักษณะทางการเกษตร การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกันในการปลูกฤดูกาลที่ต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

2. ทราบถึงการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

3. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่าง การสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตต่างกัน ที่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละสายพันธุ์

4. ทราบถึงลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ต่างกัน ในการปลูกฤดูกาลที่ต่างกัน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสด หรือ ถั่วแระญี่ปุ่น (vegetable soybean หรือ green soybean) พันธุ์ถั่วแระญี่ปุ่นส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศญี่ปุ่น ผู้บริโภคต้องการฝักสดที่มีคุณภาพดี มีขนาดใหญ่ รสชาติหวานมัน เมล็ดนุ่ม มีฝักสีเขียว และมีกลิ่นหอม ส่วนเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองฝักสดต้องการพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง อายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพื่อให้ผลผลิตสามารถส่งตลาดได้เร็วและมีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืชได้ดี การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดในประเทศญี่ปุ่นจึงมุ่งเน้นให้ได้พันธุ์ที่สามารถปลูกได้ดีในแต่ละท้องถิ่น เพราะภูมิประเทศของญี่ปุ่นเป็นเกาะค่อนข้างยาวต่อเนื่องกันระหว่าง 25-45 องศาละติจูดเหนือ ทำให้สภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะช่วงแสงและอุณหภูมิ แม้ว่าถั่วเหลืองเป็นพืชวันสั้นแต่ในแหล่งปลูกทางตอนเหนือของประเทศญี่ปุ่นพันธุ์ปลูกจะต้องตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงเมื่อมีอากาศอบอุ่นขึ้น แต่แหล่งปลูกในทางตอนใต้หรือในเขตร้อนหรือกึ่งร้อน พันธุ์ถั่วแระที่ให้ผลผลิตดีเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อวันสั้น แต่ไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงเกิน 28 องศาเซลเซียส

ในประเทศไทยได้นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศญี่ปุ่นเข้ามาทดลองปลูก โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2524 (สมพร, 2534 อ้างโดย วริษฐา, 2538) ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ได้เริ่มทำการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2528 พบว่าพันธุ์ที่เหมาะสมกับการบริโภคในประเทศมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ VESOY#4 หรือ TVB1 (Thai vegetable soybean No.1) และพันธุ์ Tsurunoko หรือ TVB 14 (พิมพร, 2534) ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน ได้นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศญี่ปุ่นมาทอสอบมากกว่า 30 พันธุ์ พบว่าทุกพันธุ์ออกดอกได้ แต่มีเพียง 3-4 พันธุ์เท่านั้นที่ให้ผลผลิตที่เหมาะสม โดยพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศได้ดีที่สุด และฝักสดมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของตลาดญี่ปุ่น คือ พันธุ์ AGS 292 ในปี พ.ศ. 2531-2532 ได้ทำการเปลี่ยนชื่อพันธุ์จาก AGS 292 เป็นกำแพงแสน 292 หรือ KPS 292 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย (AVRDC) ประเทศไต้หวันทดสอบแล้วได้ผลดีเช่นเดียวกัน โดยมีการปลูกอย่างแพร่หลายในไต้หวันถึง 80 % ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด และใช้ชื่อพันธุ์ว่า เกาชุง#1 (Kaohsiung#1) ซึ่งพันธุ์ดั้งเดิมของพันธุ์ AGS 292 คือพันธุ์ Taichoshiroge จากประเทศญี่ปุ่น และได้ทำการเผยแพร่ให้เกษตรกรปลูกจนถึงปัจจุบัน (กรุง และสิริกุล, 2534)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* (L.) Merr.) หรือถั่วแระญี่ปุ่น (vegetable soybean หรือ green soybean) อยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papilionoideae

ลำต้น

ถั่วเหลืองที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม ความสูงประมาณ 50-75 เซนติเมตร ในระยะต้นอ่อนส่วนของลำต้นที่ปรากฏประกอบด้วยส่วนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง (hypocotyls) ใบเลี้ยง (cotyledon) และส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง (epicotyls) เมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น จำนวนของกิ่ง ข้อ (node) และปล้อง (internodes) ที่ปรากฏ จะมีมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ได้รับ เช่น ความชื้น ความยาวนานของช่วงแสง (photoperiod) และการเขตกรรม ส่วนต่าง ๆ ของลำต้นมักมีขนอ่อน (pubescence หรือ hair) ปกคลุมอยู่ทั่วไป ยกเว้นในส่วนของใบเลี้ยงและกลีบดอก ในบางพันธุ์อาจจะไม่มีขน ขนอาจมีสีน้ำตาลหรือสีเทา มีลักษณะตั้งขึ้น หรือโค้ง มีจำนวนหนาแน่นหรือบาง ๆ แตกต่างไปตามพันธุ์

ใบ

ใบของถั่วเหลืองฝักสดประกอบด้วย ใบเลี้ยง (cotyledon หรือ seed leaf) จำนวน 2 ใบ เกิดเป็นคู่ตรงข้ามกันในระยะต้นอ่อน ต่อจากใบเลี้ยงขึ้นไปเป็นใบจริงคู่แรกซึ่งเป็นใบเดี่ยว (unifoliate leaf) ที่เกิดตรงข้ามกันที่ข้อแรกของลำต้น ใบจริงที่เกิดขึ้นต่อมาเป็นใบประกอบ มี 3 ใบย่อย (trifoliolate leaf) เกิดแบบสลับ โดยมีอัตราการเกิดของใบ (plastochron) เท่ากับ 2-4 วันต่อใบ ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม บริเวณรอยต่อระหว่างใบจริงคู่แรกกับลำต้น ก้านใบประกอบกับลำต้น และก้านใบย่อยกับแกนก้านใบประกอบ มีส่วนที่พองหนาเรียกว่า pulvinus ซึ่งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของใบ ระหว่างมุมใบพบตาข้าง (axillary bud)n ที่ต่อไปเจริญเป็นกิ่ง รูปร่างของใบขึ้นกับพันธุ์และอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เมื่อถึงระยะสุกแก่ ใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และเมื่อฝักเริ่มแก่ ใบจะเริ่มหลุดร่วงจากต้น ยกเว้นในบางพันธุ์ที่ใบไม่หลุดร่วงจากต้น

ช่อดอกและดอก

ดอกเกิดเป็นช่อแบบ Raceme ช่อดอกแต่ละช่อมีจำนวนดอกตั้งแต่ 2-35 ดอก มีกำเนิดมาจากตาที่ส่วนปลายยอด (terminal bud) และตาที่อยู่ตามมุมใบ (leaf axil) ตาเหล่านี้จะไม่พัฒนาเป็นกิ่งแต่จะพัฒนาเป็นช่อดอกแทน

ดอกแต่ละดอกมีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า Papilionaceous flower ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. กลีบเลี้ยง (sepal) จำนวน 5 กลีบ มีขนาดไม่เท่ากัน แต่มีส่วนฐานเชื่อมติดกันเป็นท่อเรียกว่า calyx tube

2. กลีบดอก (petal) จำนวน 5 กลีบ ได้แก่ กลีบขนาดใหญ่ (banner หรือ standard) ที่หุ้มกลีบดอกทั้งหมดไว้ 1 กลีบ กลีบขนาดกลางที่อยู่ด้านข้างของดอก (wing) 2 กลีบ และกลีบขนาดเล็ก (keel) 2 กลีบ ที่มีลักษณะโค้งหุ้มเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียไว้ แต่ keel ทั้ง 2 กลีบไม่เชื่อมติดกันเหมือนในพืชวงศ์ถั่วอื่น ๆ

เกสรตัวผู้ (stamen) จำนวน 10 อัน เป็นแบบ diadelphous คือมี 9 อันที่เชื่อมติดกัน (united stamen หรือ fused stamen) และอีก 1 อัน ที่แยกเป็นอิสระ (free stamen หรือ separated stamen)

เกสรตัวเมีย (pistil) 1 อัน มีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนของยอดเกสรตัวเมีย (stigma) มีขนาดสั้น และมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) สั้นและโค้งเข้าหาเกสรตัวผู้ที่แยกเป็นอิสระ รังไข่เป็นแบบ unicarpellate มีจำนวนออวุล (ovule) ประมาณ 3-5 ออวุล ที่โคนก้านดอก (pedicel) มี prophyll 2 อัน ซึ่งต่อมากลายเป็น bracteole ส่วนโคนก้านช่อดอก (peduncle) มี prophyll 2 อัน ซึ่งต่อมากลายเป็น bract

ดอกถั่วเหลืองโดยทั่วไปมีขน (Pubescence) ปกคลุม ทั้งในส่วนของเกสรตัวเมีย กลีบเลี้ยง bract และ bracteole แต่ไม่พบในส่วนของเกสรตัวผู้และกลีบดอก เมื่อเจริญเติบโตถึงระยะดอกแรกบาน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30-40 วันหลังงอก ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ถั่วเหลืองมีการสร้างดอกจำนวนมาก แต่มีเพียงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่สามารถพัฒนาไปเป็นฝักได้

ผลและเมล็ด

ผลของถั่วเหลืองเรียกโดยทั่วไปว่า ฝัก (pod) เป็นแบบ legume เกิดเป็นกลุ่ม มีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย ความยาวตั้งแต่ 2-7 เซนติเมตรหรือมากกว่า ฝักที่กำลังพัฒนามีสีเขียวและมีขนโดยทั่วไป เมื่อฝักแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองฟางข้าว น้ำตาล หรือดำ ขึ้นกับพันธุ์ แต่ละฝักมีเมล็ด 1-5 เมล็ด แต่ส่วนใหญ่มีเพียง 2-3 เมล็ด ถั่วเหลืองบางพันธุ์ฝักแก่อาจแตก (shattering) ตามรอยประกบของเปลือกฝัก (suture) ทำให้เมล็ดหลุดร่วง แต่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันฝักไม่แตก (non – shattering) เมล็ดส่วนใหญ่มีรูปร่างกลมรี น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด ประมาณ 30-56 กรัม

(พิมพร, 2534) เมล็ดในฝักเดียวกันจะเจริญเติบโดไม่พร้อมกัน เมล็ดปลายฝักจะเจริญก่อนเมล็ดที่อยู่โคนเมล็ดตอนกลางของฝัก (ทรงเชาว์, 2531 อ้างโดย รพีพร, 2536)

ราก

รากเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชเพราะเป็นส่วนที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ระบบรากของถั่วเหลืองจะมีลักษณะเฉพาะโดยจะมี Taproot ในรากแขนงจากส่วนด้านบนของ primary root ระบบรากของถั่วเหลืองจะเจริญต่อไปเรื่อย ๆ ตลอดช่วงวงจรชีวิตของพืช ยกเว้นช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยา

การพัฒนาของรากถั่วเหลืองในสภาพแปลงมี 4 ระยะดังนี้

1. รากจะเจริญอย่างรวดเร็วในช่วงระยะ vegetative
2. รากแตกแขนงในช่วงก่อนการเจริญทาง reproductive
3. รากจะลดการเจริญเติบโตในแนวดิ่งและเพิ่มการเจริญเติบโดในด้านกว้างระหว่างแถวในช่วงเป็นฝัก
4. รากจะชะงักการเจริญเติบโต และจะเน่าเปื่อยในช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยา

การสร้างปมบริเวณราก (Nodulation)

ในถั่วจะมีการสร้างปมและมีความเป็นอยู่เกื้อหนุนกับแบคทีเรีย *Rhizobium japonicum* เพื่อกระบวนการตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศ มีการจำแนกสายพันธุ์ของแบคทีเรียหลายสายพันธุ์และพบว่าสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพมีหลายสายพันธุ์ (Whigham, 1983) เมื่อ *Rhizobium* เข้าสู่รากของถั่วจะเกิดการสร้างปุ่มปมในราก การเกิดปุ่มปมในถั่วจะเป็นความสัมพันธ์ทางชีวเคมีระหว่างแบคทีเรียและต้นพืช (Ciafardini and Barbieri, 1987) Bhuvaneswari et al. (1980) ได้พิสูจน์การเกิดปมในรากถั่วเหลืองในด้านข้อจำกัดระหว่างปลายรากและขนราก และพบว่าจะไม่เกิดการสร้างปมเมื่อรากมีการเจริญเติบโตเต็มที่ Bergersen (1958) พบว่าจะเกิดปุ่มปมใน Lincon soybean ที่อายุ 9 วันหลังจากงอก และจะเริ่มตรึงไนโตรเจน 2 สัปดาห์หลังจากนั้น การเกิดปุ่มปมใน primary root จะเกิดเฉลี่ยในช่วง 65 วัน ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ และได้มีการรายงานในหลายประเทศพบว่า ถั่วเหลืองจะสามารถตรึงไนโตรเจนได้ในระดับช่วง 15-162 kg. N /ha

การคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียม สามารถทำได้แม้ว่าเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดจะผ่านการคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชมาแล้วก็ตาม โดยใช้อัตรา 10 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม เชื้อไรโซเบียมในปมรากถั่วจะช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นประโยชน์แก่ต้นถั่ว

ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและสามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปลงที่ยังไม่เคยปลูกพืชตระกูลถั่วมาก่อน (กรุง และ สิริกุล, 2534)

การเจริญเติบโตพัฒนาทางด้านลำต้น และด้านการสืบพันธุ์

การเจริญเติบโตและพัฒนาทางด้านลำต้น (Vegetative growth stage)

ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชปีเดียวและจะมีความสูงประมาณ 75-175 ซม. ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโต 2 แบบ คือ แบบไม่ทอดยอด (Determinate) และแบบทอดยอด (Indeterminate) ในการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอดนั้นจะเจริญสมบูรณ์เมื่อพืชเริ่มออกดอก ส่วนในกรณีของการเจริญเติบโตแบบทอดยอดนั้นการเจริญเติบโตทางด้าน Vegetative และ Reproductive จะเจริญเติบโตพร้อม ๆ กัน โดยโครงสร้างของ Determinate คือ ดอก ผล และใบ ส่วนรากและลำต้นเป็นโครงสร้างของ Indeterminate ถั่วเหลืองพันธุ์ที่ไม่ทอดยอด จะมีจำนวนข้อน้อยและสั้นกว่าพันธุ์ที่ทอดยอด ซึ่งพันธุ์ที่ทอดยอดนั้นจะมีความสูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ทอดยอด และมีจำนวนข้อต่อต้นมากกว่า โครงสร้างของดอกจะเล็กกว่า ฝักน้อยกว่า และใบเล็กกว่าพันธุ์ที่ไม่ทอดยอด (Whigham, 1983) ยกเว้นใบเลี้ยงและ ข้อที่สอง ถั่วเหลืองมีใบประกอบ 3 ใบในแต่ละข้อ น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆในตอนแรกและเพิ่มเร็วขึ้น โดยน้ำหนักแห้งของช่วง Vegetative จะลดลงในช่วงการพัฒนาของเมล็ด (Rosolem, 1980)

การเจริญเติบโตและพัฒนาทางด้านระยะสืบพันธุ์ (Reproductive growth stage)

การเจริญเติบโตและพัฒนาในช่วงของ Reproductive จะสังเกตได้จากการออกดอกหรือฝัก และการพัฒนาของเมล็ด การออกดอกจะเกิดจากปัจจัยทั้งจีโนไทป์และสภาพแวดล้อม การออกดอกจะเริ่มเมื่อ 25 วันหรือช้ากว่าคือที่ 50 วัน ขึ้นอยู่ความสัมพันธ์ของจีโนไทป์และสภาพแวดล้อม (Whigham, 1983) ฝักจะเห็นได้ชัดเมื่ออายุ 10 วันถึง 2 สัปดาห์ หลังจากเริ่มออกดอก (Howell, 1960) ถั่วเหลืองเป็นพืชผสมตัวเอง ซึ่งดอกจะเกิดขึ้นเมื่ออายุ 4-6 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ หลังจากดอกเกิดการปฏิสนธิ ฝักก็จะเริ่มเกิดการพัฒนาอย่างช้า ๆ ในช่วงแรก ๆ และอัตราการพัฒนาจะเพิ่มขึ้นจนฝักยาวมากที่สุดหลังจาก 15-20 วัน (Whigham, 1983) จำนวนของฝักจะมีตั้งแต่ 2 ฝักถึงมากกว่า 20 ฝักในช่อดอกเดียวกันและมากถึง 400 ฝักในหนึ่งต้น (Carlson and Lersten, 1987) ในระยะสุกแก่ภายในฝักจะมี 3 หรือ 4 เมล็ด เมล็ดจะมีหลายรูปร่าง คล้ายทรงกลมค่อนข้างแบน ส่วนสีจะเป็น เขียว เหลือง ถึงน้ำตาลดำ (Chapman and Carter, 1976)

ตาราง 1 การพัฒนาของดอกและรังไข่ของถั่วเหลือง

วันก่อนออกดอก	ลักษณะเด่นทางกายภาพและกายวิภาค
25	เกิดดอกและใบประดับ
25	กลีบเลี้ยงแยกออกจากกัน
20-14	เริ่มมี กลีบดอก Stamen และ คาร์เพล
14-10	เริ่มมีรังไข่ เกิดการสุกแก่ของ megasporocyte เกิดการ meiosis มี 4 megaspores
10-7	เกิด Anther เกิดการแยกของเซลล์เพศ
7-6	เกิดการแบ่งตัวแบบ Meiosis
6-2	เกิดการแบ่งตัวแบบ Meiosis ครั้งที่ 2 ผลทำให้ ได้ 4 nucleate ใน embryo sac
6-2	เกิดการแบ่งตัวแบบ mitotic ครั้งที่ 3 ได้ 8 nucleate เกิดการพัฒนาของผนังเซลล์รอบ ๆ antipodal และมี 8 apparatus เกิด 7 เซลล์และ 8 nucleate เกิด Polar nuclei เซลล์ของ antipodal เริ่มเกิดการ degenerate นิวเคลียสเริ่มแตกสลายที่ micropylar และด้านข้างของเอมบริโอ Vascular bundle ในรังไข่ขยายออก จาก chalaza จนถึง funiculus และรวมกันเป็น carpellary bundle
1	ถุงหุ้มเอมบริโอมีการเจริญอย่างต่อเนื่อง: antipodal ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ และ synergid สลายไปหนึ่งอัน และอีกอันหนึ่งมีการเปลี่ยนรูป Tapetum ในอับละอองเรณูหายไป ละอองเรณูสุกแก่และบางอันสามารถเจริญต่อ ได้น้ำหวานในดอกมีปริมาณสูงที่สุด
0	ดอกบาน สามารถเกิดการปฏิสนธิได้น้ำหวานเริ่มเสื่อมสลาย

*ข้อมูลช่วงเวลาจากการศึกษาถั่วเหลืองหลายสายพันธุ์โดย Kato et al. (1954), Murneek and Gomez (1936), Pamplin (1963) ระยะเวลาการพัฒนาที่สำคัญขึ้นอยู่กับพันธุ์ แต่บางระยะเวลาขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ (Carlson and Lersten, 1987)

MAEJO UNIVERSITY

ตาราง 2 ลำดับการเกิดและวันของการพัฒนาเมล็ดและฝักของถั่วเหลือง

วันหลังดอกบาน	ลักษณะทางสัณฐาน และโครงสร้าง
0	ไซโกตยังไม่พัฒนามีการแบ่งเซลล์ของเอนโดสเปิร์ม นิวเคลียส
1	มี 2 – cell proembryo เอนโดสเปิร์ม มี 20 เซลล์
2	มี 4-8 cell proembryo
3	มีการพัฒนาของ proembryo proper และ suspensor endosperm ในชั้น peripheral อยู่ตรงกลาง vacuole
4-5	spherical embryo ใน protoderm และ large suspensors Endosperm อยู่รอบ ๆ เอมบริโอ
6-7	ใบเลี้ยงเริ่มพัฒนา เอนโดสเปิร์มมีอยู่มากที่ cellular
8-10	ใบเลี้ยงเริ่มเคลื่อนที่ ท่อลำเลียงปรากฏในใบเลี้ยง และ เอมบริโอ เนื้อเยื่อทุกระบบของ Hypocotyls สมบูรณ์ มีหมวกรากและราก เอนโดสเปิร์มมีอยู่ทุกเซลล์
10-14	ใบเลี้ยงหยุดเคลื่อนที่และอยู่ตรงตำแหน่ง ใบเลี้ยงขยายขนาด มีใบจริงเกิดขึ้น เอนโดสเปิร์มเหลือครึ่งหนึ่งของเมล็ด ท่อลำเลียงขยายทั่วเปลือกหุ้มเมล็ด
14-20	เอมบริโอและเมล็ดเจริญพัฒนา เอนโดสเปิร์มลดลง มีการสะสมอาหารในใบเลี้ยงมากขึ้น
20-30	ใบจริงใบแรกเจริญเต็มที่ มีใบจริงแบบ Trifoliate ใบเลี้ยงมีการเจริญเต็มที่ และเอนโดสเปิร์ม หายไป
30-50	เริ่มมีการสะสมน้ำหนักแห้ง มีการสูญเสียน้ำหนักสดของเมล็ดและฝัก ฝักสุกแก่ทางสรีรวิทยา
50-80	เป็นช่วงระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม

*ข้อมูลช่วงเวลาจากการศึกษาถั่วเหลืองหลายสายพันธุ์โดย Bils and Howell (1963), Fukui and Gotoh (1962), Mengyuan (1963), Kamata (1952), Kato et al. (1955), Ozaki et al. (1956), Pamplin (1963) ระยะเวลาการพัฒนาที่สำคัญขึ้นอยู่กับพันธุ์ แต่บางระยะเวลาขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ (Carlson and Lersten, 1987)

ตาราง 3 ระยะการเจริญเติบโตทางด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตให้ผลผลิต

ระยะการเจริญเติบโตทางด้านใบและลำต้น (Vegetative growth stage)

ระยะ (stage)	ชื่อย่อ	ลักษณะที่ปรากฏ
Emergence	VE	ใบเลี้ยงโผล่พ้นระดับดิน
Cotyledon	VC	ใบจริงคู่แรกโผล่ออกมาโดยใบไม่ติดกัน
First-node	V_1	ใบเดี่ยวคลี่เต็มที่ ที่ตำแหน่งข้อที่หนึ่ง
Second-node	V_2	ลำต้นมี 2 ข้อ
Third-node	V_3	ลำต้นมี 3 ข้อ
:	:	:
N^{th}-node	V_n	ลำต้นมีข้อ n ข้อ

ระยะการเจริญเติบโตให้ผลผลิต (Reproductive growth stage)

ระยะ (stage)	ชื่อย่อ	ลักษณะที่ปรากฏ
Beginning bloom	R_1	มีดอก 1 ดอกที่ข้อหนึ่งข้อใดตามลำต้น
Full bloom	R_2	มีดอกทุกข้อยกเว้นข้อที่ 1 และข้อที่ 2 จากยอด
Beginning pod	R_3	ฝักในข้อที่ 1 หรือข้อที่ 4 จากยอดมีขนาด 0.05 เซนติเมตร
Full pod	R_4	ฝักในข้อที่ 1หรือข้อที่ 4 จากยอดมีความยาว 2 เซนติเมตร
Beginning seed	R_5	เมล็ดจากฝักในข้อที่ 1 หรือข้อที่ 4 จากยอดมีขนาดเมล็ด 3 มิลลิเมตร
Full seed	R_6	ฝักในข้อที่ 1 หรือข้อที่ 4 จากยอดมีขนาดเมล็ดโตเต็มที่
Beginning maturity	R_7	ฝักแก่เริ่มเปลี่ยนสีหรือฝักใดฝักหนึ่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล
Full maturity	R_8	ฝัก 95 เปอร์เซ็นต์เริ่มเป็นสีน้ำตาล

ที่มา: Fehr and Caviness (1979 อ้างโดย สุพักตร์, 2540)

การเจริญเติบโตด้าน Vegetative และ Reproductive อธิบายโดย Fehr et al. (1979) ซึ่งอธิบายการเจริญเติบโตถั่วเหลืองทุกจีโนไทป์ และในหลายสภาพแวดล้อม ระยะ Vegetative (V) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนโดยดูจากจำนวนข้อบนต้นหลักจะเริ่มเมื่อเกิดใบเดี่ยวที่ข้อหรือมีใบที่ไม่ม้วน ในระยะ Reproductive (R) โดย R1 และ R2 จะเริ่มที่การออกดอก R3 และ R4 คือช่วงการพัฒนาฝัก R5 และ R6 คือเมื่อเกิดการพัฒนาของเมล็ด และ R7 และ R8 คือระยะสุกแก่ รายละเอียดอธิบายไว้ในตาราง 3

ลักษณะสำคัญด้านสรีรวิทยา

การสังเคราะห์แสง

ถั่วเหลืองเป็นพืช C_3 ที่มีการเกิด photorespiration ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มี net photosynthesis ต่ำ ตามรายงานของ Brun (1978) แสดงให้เห็นว่า โดยเฉลี่ยแล้วถั่วเหลืองจะต้องสังเคราะห์แสงให้ได้ประมาณ 2-3 กรัม เพื่อการสร้างเมล็ด 1 กรัม ในขณะที่ธัญพืชใช้เพียง 1.3 ถึง 1.4 กรัม เท่านั้น สำหรับถั่วอื่น ๆใช้ประมาณ 1.5 กรัม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับทานตะวัน ถั่วลิสง และงา จะไม่แตกต่างกัน การสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองจะเริ่มเกิดขึ้นที่ใบเลี้ยงมีอายุได้ 4-6 วัน หลังงอกเมื่อใบเริ่มคลี่ การสังเคราะห์แสงก็จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ และสูงสุดเมื่อใบคลี่เต็มที่ ใบอ่อนจะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่าใบแก่ ฝักถึงแม้จะมีสีเขียวแต่ก็มีการสังเคราะห์แสงได้น้อยมาก อัตราการสังเคราะห์แสงจะผันแปรไปตามความเข้มของแสง พันธุ์และ LAI ถ้ามีความเข้มแสงสูงอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อมี LAI 5-6 แต่ถ้าความเข้มของแสงต่ำ ต้องการ LAI เพียง 3-4 เท่านั้น (Shibles and Weber, 1965) อัตราการสังเคราะห์แสงของใบที่อยู่ส่วนบนของทรงพุ่มจะมีประมาณ 20 mg $CO_2/dm^2/hr$ แต่จะลดลงเป็นลำดับที่ใบที่อยู่ตรงกลางและส่วนล่างของต้น ความแตกต่างในการสังเคราะห์แสงระหว่างพันธุ์เป็นผลมาจากความแตกต่างกันในเรื่องปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเป็นประการสำคัญ ใบที่เจริญเต็มที่จะมีคลอโรฟิลล์สูงสุด จากนั้นจะลดลงเป็นลำดับจนกระทั่งใบร่วง

พืชเมื่อเกิดความเครียดน้ำ (Water stress) ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง และถ้าเกิดอย่างต่อเนื่องจะมีผลทำให้ LAI ลดลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตในที่สุด ความเครียดน้ำมีผลทำให้แรงต้านของปากใบเพิ่มขึ้น และทำให้การไหลซึมเข้าปากใบของ CO_2 ลดลง ซึ่งมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง การสังเคราะห์แสงสูงสุดของพืชเกิดขึ้นในระยะที่พืชเริ่มออกดอกจากนั้นจะเริ่มลดลง และค่อนข้างคงที่ระยะหนึ่งเมื่อถึงระยะต้นของการสะสมน้ำหนักเมล็ด จากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งพืชแก่เนื่องจากการลดลงของพื้นที่ใบ

การสะสมน้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งหมายถึง ของส่วนที่อยู่เหนือดินไม่รวมราก Hanway and Weber (1971) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกอยู่ในเขตหนาวทั่วไปจะให้น้ำหนักแห้งสูงถึง 10.2 ตันต่อเฮคแตร์ ในจำนวนนี้เป็นน้ำหนักของเมล็ดประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ (เฉลิมพล และมนกฤตย์, 2539) รายงานว่า ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ คือพันธุ์ สจ.5 พันธุ์ สท.1 พันธุ์ ชม.60 และพันธุ์ มช.001 ที่ปลูกในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีการสะสมน้ำหนักแห้ง (ที่ระยะ R6) อยู่ระหว่าง 5,210-7,770 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ ขึ้นอยู่กับพันธุ์และความหนาแน่น ทั้งนี้ยังไม่รวมน้ำหนักแห้งของใบที่ร่วงอีก 133-530 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ การสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ รวมทั้งน้ำหนักแห้งรวมของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 พบว่าน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนับตั้งแต่พืชออกดอกเต็มที่จนกระทั่งการสะสมน้ำหนักเมล็ดใกล้สิ้นสุดลง น้ำหนักของใบเพิ่มขึ้นเป็นลำดับและเริ่มลดลงก่อนที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักสูงสุด การร่วงของใบเริ่มปรากฏบ้างนับตั้งแต่พืชเริ่มออกดอกและมากขึ้นเป็นลำดับและมีมากในระหว่างการสะสมน้ำหนักเมล็ด ในระยะสุกแก่ใบจะร่วงอย่างรวดเร็ว และไม่มีเหลืออยู่เลยเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนน้ำหนักของฝักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่พืชออกดอกเต็มที่และดำเนินต่อไปจนกระทั่งก่อนที่เมล็ดเจริญเต็มที่ จากนั้นจึงเริ่มลดลง ส่วนการเพิ่มขึ้นและลดลงของน้ำหนักของต้นก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับใบและฝัก การที่น้ำหนักแห้งของส่วนที่เป็นต้นและใบลดลงเนื่องจากาการถ่ายเทน้ำหนักแห้งจากส่วนดังกล่าวไปยังเมล็ดและบางส่วนถูกใช้ไปกับการหายใจ

ดัชนีเก็บเกี่ยว

ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) เป็นดัชนีบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการถ่ายเทสารสังเคราะห์จากลำต้นและใบไปยังเมล็ด HI ขึ้นอยู่กับพันธุ์กรรมเป็นสำคัญ พันธุ์ที่มีลักษณะของทรงพุ่มที่เอื้ออำนวยให้แสงผ่านถึงใบล่างได้ดี มักจะเป็นพันธุ์ที่มี HI สูง รายงานของเฉลิมพล (2542) แสดงให้เห็นว่าถั่วเหลือง 3 พันธุ์ที่ปลูกที่เชียงใหม่ มีค่า HI แตกต่างกัน พันธุ์ สท.1 มี HI สูงสุดคือ 0.34 ในขณะที่พันธุ์ สจ.5 และ มช.001 ให้ค่า HI เฉลี่ย 0.29 และ 0.25 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าพันธุ์ สท.1 จะมีลักษณะของทรงพุ่ม (รูปร่างขนาดและการเรียงตัวของใบ) ได้เปรียบกว่าพันธุ์อื่น

การตรึงไนโตรเจน

การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) หมายถึง การเปลี่ยนรูปไนโตรเจนจากก๊าซไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศหรืออากาศในดินและในน้ำ ให้อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์

ไนโตรเจน (Organic nitrogen) โดยสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นครั้งแรกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอะมิโน (Amino acid) ได้แก่ แอสปาราจีน (Asparagines) กลูตามีน (Glutamine) แต่อย่างไรก็ตาม บางชนิดสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนอาจอยู่ในรูปของยูริไอด์ (Ureide) ซึ่งประกอบด้วย อะแลนโทอิน (Allantoin) และกรดอะแลนโทอิก (Allantoic acid) และในบางชนิดอยู่ในรูปของเอไมด์ (Amide) การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนดังกล่าวนี้ เกิดขึ้นโดยกิจกรรมร่วมกันระหว่างพืชตระกูลถั่วกับแบคทีเรียสกุลไรโซเบียม (สมศักดิ์, 2541)

การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับศักยภาพของพันธุ์ ความเหมาะสมของไรโซเบียม สภาพแวดล้อมและการจัดการ การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าว พิมลรัตน์ (2534) รายงานว่า ถั่วเหลือง 5 พันธุ์ที่ปลูกในเชียงใหม่ตรึงไนโตรเจนได้ 13.6 - 30.5 กิโลกรัมต่อไร่ และขึ้นอยู่กับฤดูปลูก ซึ่งถั่วเหลืองมีการตรึงไนโตรเจนระหว่าง 6.0-25.0 กิโลกรัมต่อไร่ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงระดับหนึ่งจะมีผลยับยั้งการตรึงไนโตรเจน

พืชส่วนใหญ่ได้รับไนโตรเจนจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ จากสารละลายในดิน โดยผ่านทางปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมักหรือจากการสลายตัวของอินทรีย์สารต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของไนเตรท (NO_3^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+) และอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยการตรึงของจุลินทรีย์ โดยจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย (NH_4^+) ก่อนที่จะถูกนำไปใช้ (นิตย์, 2542) การตรึงไนโตรเจนมีความสำคัญมากต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง เนื่องจากสารประกอบที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนในถั่วเหลืองเป็นส่วนสำคัญในการสร้างโปรตีนและสารอาหารอื่นๆในถั่วเหลือง โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bradyrhizobium japonicum* สามารถตรึงไนโตรเจนส่วนนี้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าว นอกจากมีประโยชน์มากต่อการผลิตถั่วเหลืองแล้วยังสามารถลดต้นทุนในการซื้อปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ (บัณฑิต, 2543)

ลักษณะทางสรีรวิทยาที่ใช้พิจารณาผลผลิต

ลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นสิ่งสำคัญโดยตรง และมีความสัมพันธ์กับผลผลิต น้ำหนักแห้งอัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate) ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (NAR) และดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI)

น้ำหนักแห้ง (Dry Matter)

น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม พันธุ์ และการจัดการ น้ำหนักแห้งต้นจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นจนถึงระยะที่ 3-5 หลังจากระยะที่ 5 น้ำหนักต้นจะ

เพิ่มขึ้นในอัตราที่คงที่จนถึงระยะที่ 9 ลำต้นและฝัก น้ำหนักแห้งจะลดลงในช่วงระยะสุดท้ายของเมล็ดสะสมน้ำหนัก ซึ่งเป็นผลมาจากเนื้อเยื่อสูญเสียเพราะการหายใจและการเคลื่อนย้ายอาหารสำรองไปยังเมล็ด ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย ใบ 28 %, petioles 15%, ลำต้น 17%, ฝัก 11% และเมล็ด 29%

อัตราการเจริญเติบโต (Crop Growth Rate)

อัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับการรับแสงของทรงพุ่ม และดัชนีพื้นที่ใบ 95 เปอร์เซ็นต์ของการรับแสงมีอิทธิพลจากความหนาแน่นของต้น และสภาพอากาศ (Shibles and Weber, 1966) อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ของถั่วเหลือง น่าจะอยู่ที่ 30 g/m/day (Cox and Jollift, 1986)

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบ คือ พื้นที่ของใบ/พื้นที่ดิน พื้นที่ใบสูงสุดของถั่วเหลืองพันธุ์ไม่ทอดยอด จะอยู่ในระยะเริ่มออกดอก แต่พันธุ์ทอดยอดพื้นที่ใบสูงสุดจะอยู่ใกล้กับช่วงหมดระยะการออกดอก ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดอยู่ประมาณ 5-8 (Whigham, 1983) พื้นที่ใบเป็นค่าวิกฤตที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพการรับแสง และมีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับผลผลิตของพืชนั้น Shibles and Weber (1965) รายงานว่า ค่าดัชนีพื้นที่ใบที่ 3.2 สามารถรับแสงได้ 95% และได้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 95 เปอร์เซ็นต์

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Net Assimilation Rate)

การวัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชคือ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ซึ่งอธิบายถึง อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ใบ ค่า NAR จะคงที่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของพืช และหลังจากนั้นจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ถ้าค่าดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้แสงต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลง เนื่องจากการบดบังของใบต่อการรับแสง ทำให้ค่า NAR ลดลง สาเหตุที่ทำให้ค่า NAR ลดลงคือการหลุดร่วงของใบ

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest Index)

ผลผลิตของถั่วเหลือง สามารถคำนวณได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อน คือ เป็นของผลคูณระหว่างน้ำหนักแห้งกับประสิทธิภาพหรือความสามารถของพืชในการ

เคลื่อนย้ายถ่ายเทสารสังเคราะห์ (Photo-assimilate) จากแหล่งที่ถูกสังเคราะห์ (source) ไปยังแหล่งที่เจริญเติบโตเป็นเมล็ดหรือผลผลิต (sink) (Donald and Hamblin, 1976) ประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์นี้ก็คือ ค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (HI) ดังนั้น:

ผลผลิต = น.น.แห้ง × ประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์

= น.น.แห้ง × HI

น้ำหนักแห้งเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาในการรับแสง และใช้แสงหรือเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นน้ำหนักแห้งผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงในระหว่างการเจริญของพืช (Lawn and William, 1986) ส่วน HI ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของ sink (sink capacity) ได้แก่

1) จำนวนดอก จำนวนฝัก และจำนวนเมล็ด ที่รองรับสารสังเคราะห์ที่ถูกส่งมาจาก source

2) อัตราการสังเคราะห์แสงหรืออัตราการเจริญของเมล็ด

3) ระยะเวลาการสะสมน้ำหนักเมล็ด

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับถั่วเหลือง

ความต้องการธาตุอาหารของพืชขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดิน และสภาพภูมิอากาศ พันธุ์พืช ปริมาณผลผลิต ระบบการปลูก และวิธีการจัดการ ดังนั้นปริมาณปุ๋ยที่ใช้ของเกษตรกรแตกต่างกันขึ้นอยู่สภาพเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของถั่วเหลือง ดินทั่วไปมักขาดธาตุไนโตรเจนและถึงแม้ว่าในบรรยากาศจะประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่สูงถึง 78 เปอร์เซ็นต์ก็ตาม แต่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ธาตุไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มักจะสูญสลายไปจากดินได้ง่ายโดยกระบวนการต่างๆภายในดิน (บุญฤทธิ์, 2542)

ในปี พ.ศ. 2548 ได้ทำการทดลองประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพที่คลุกเชื้อไรโซเบียมและไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม โดยเป็นการใช้ปุ๋ย 8 อัตรา คือ 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48 และ 56 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการวัดประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย N และการตรึงไนโตรเจนโดยใช้วิธีการ ^{15}N ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงในสภาพดินที่แตกต่างกัน ได้ดำเนินการเก็บเกี่ยวและวัดผลผลิตสำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาการตรึง N และประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย N อยู่ระหว่างดำเนินการ โดยผลผลิตทั้ง 2 แปลงมีการตอบสนองต่อปุ๋ย N แต่ในแปลงที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีการตอบสนองต่อปุ๋ย N ในอัตราที่สูงกว่า สำหรับความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าการตอบสนองของปุ๋ยจะหยุดลงเมื่อใส่

ปุ๋ยในอัตรา 16 กก./ไร่ การตอบสนองต่อการใช้ไรโซเบียมไม่เห็นอย่างเด่นชัด อาจเนื่องมาจากในแปลงที่ทำการทดลองมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดมาเป็นระยะเวลานาน

ธาตุที่สำคัญ คือไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) การใช้ควรแบ่งใส่ปุ๋ยนี้สองครั้งคือหว่านก่อนปลูก หรือหลังปลูกเล็กน้อย และหลังจากทำการปลูกอีก 15 วันอีกครั้งโดยใช้ไนโตรเจน 60 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ฟอสฟอรัส (P) 40-80 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และโพแทสเซียม (K) 60 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ (Chen and Chen, 1987)

ธาตุ P มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต โดยช่วยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมันและเพิ่มจำนวนปมที่รากทำให้เชื้อไรโซเบียมตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี ควรใส่ P ในรูปปุ๋ยผสม หรือในรูป หินฟอสเฟต (rock phosphate) สำหรับธาตุ K ช่วยทำให้ถั่วเหลืองติดปมดีขึ้น เพิ่มจำนวนฝัก เพิ่มจำนวนเมล็ด เมล็ดมีน้ำมันเพิ่มขึ้น นอกจากธาตุที่สำคัญ ๆ ดังกล่าวแล้ว ถั่วเหลืองยังต้องการธาตุเสริมและธาตุรอง (secondary and micro-nutrients) อีกหลายชนิด ธาตุเหล่านี้ได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), โมลิบดีนัม (Mo) และสังกะสี (Zn) ธาตุเหล่านี้ส่วนมากต้องการเป็นจำนวนน้อย ในการทดลองที่จังหวัดเลยและเชียงรายมีการพบว่า ถ้ามีการใส่โมลิบดีนัมแล้ว ทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น 30-50 เปอร์เซ็นต์

การสังเคราะห์แสงของพืช

การสังเคราะห์แสงของพืช เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานชีวเคมี โดยเก็บไว้ในรูปสารชีวโมเลกุลประเภทแป้งและน้ำตาล (คาร์โบไฮเดรต)

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{Chloroplast and Light}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

จากสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเห็นว่า กระบวนการเมแทบอลิซึมจะเกิดขึ้นได้ในเงื่อนไขการใช้พลังงานแสงผลักดันให้เกิดการส่งถ่ายอิเลคตรอนในคลอโรพลาสต์และการรีดิวซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์ให้อยู่ในรูปน้ำตาลกลูโคส โดยได้รับการสนับสนุนจากปฏิกิริยาการสลายตัวของน้ำ (Photolysis reaction) ที่ทำให้เกิดก๊าซออกซิเจนออกมา

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการย่อยคือ

1. Diffusion process เป็นกระบวนการไหลซึมของ CO_2 จากบรรยากาศผ่านเข้าไปสู่ปากใบและเข้าไปยังคลอโรพลาส อัตราการไหลซึมของ CO_2 ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ CO_2 ในบรรยากาศและแรงต้าน (resistance) ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างทางที่ CO_2 ไหลซึมไป ได้แก่

- แรงต้านทานของชั้นอากาศ (r_a) ที่อยู่บริเวณผิวรอบทรงพุ่มพืช ขึ้นอยู่กับความเร็วลม ความกว้างของใบ ผิวของใบ ลักษณะรูปผิวของใบ ซึ่งแรงต้านของอากาศจะลดลงเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น แรงต้านทานนี้บางทีเรียกว่า boundary layer resistance ซึ่งมีความสำคัญมากที่บ่งชี้ถึงศักยภาพการไหลซึมของ CO_2 จากอากาศเข้าสู่ใบพืชในแปลง

- แรงต้านทานของปากใบ (r_s) ขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของปากใบ ที่สนองต่ออิทธิพลของความเข้มแสง ศักย์ของน้ำในใบพืช และอุณหภูมิ ซึ่งมีบทบาทสำคัญมากต่อการไหลซึมของ CO_2 ที่ส่งผลถึงอัตราการสังเคราะห์แสงในที่สุด ถ้าปากใบเปิด แรงต้านก็จะมีน้อย การเปิดปิดของปากใบขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยที่สำคัญคือ น้ำ นอกจากนี้มีเครื่องมือที่สามารถวัดแรงต้านของปากใบได้รวดเร็วและสะดวก เรียกว่า Porometer มีหน่วยวัดเป็น วินาทีต่อเซนติเมตร

- แรงต้านของชั้นไขที่ผิวใบ (r_c) ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของชั้นไขที่เคลือบผิวใบ ส่วนแรงต้านของเนื้อเยื่อในชั้น mesophyll (r_m) มีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับแรงต้านอื่นๆที่เกิดขึ้น

2. Photochemical process เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ที่อยู่ในรูปสารพลังงาน ATP และสารกำลังรีดิวซ์ $NADPH_2$ และมีปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำเกิดขึ้นไปพร้อมๆกัน ทำให้ได้ออกซิเจน กระบวนการนี้ถูกควบคุมโดยปริมาณแสงที่คลอโรพลาสต์เป็นหลัก สำหรับความเข้มข้นของ CO_2 และอุณหภูมินั้น ไม่มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาในขั้นตอนนี้

3. Biochemical process (or photosynthetic carbon reduction) เป็นกระบวนการที่ CO_2 ถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลและสารประเภทคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ โดยใช้สารพลังงาน ATP และสารกำลังรีดิวซ์ NADPH จากกระบวนการ photochemical process ซึ่งในขั้นตอนนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นประการสำคัญ และยังมีความแตกต่างกันตามประเภทของพืชคือ พืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM นั่นเอง (สาวิตร, 2552)

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อผลการเจริญเติบโตถั่วเหลืองฝักสด

1. ฤดูปลูก

ฤดูปลูกเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ประสิทธิภาพในการใช้แสง และอายุการสุกแก่ (อรุณ, 2538)

สุมิตรา (2536) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรให้ช่วงออกดอกและติดฝักอยู่ในช่วงที่มีอากาศเย็น มีอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 29 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงที่ฝักแก่ไม่ควรจะมีฝนตก โดยช่วงฤดูปลูกที่เหมาะสมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในเขตภาคกลางควรอยู่ระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม และเขตภาคเหนือควรอยู่ระหว่างเดือนธันวาคม-มกราคม ในฤดูแล้ง

ส่วนฤดูฝนอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในเดือนกันยายน

กรุง และ สิริกุล (2534) รายงานว่า การปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ KPS 292 สามารถปลูกได้ดีเกือบตลอดทั้งปียกเว้นฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดแล้วได้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เพราะดอกจะทยอยบานต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่า 14 วัน ทำให้การแก่ของฝักไม่พร้อมกันจึงยากสำหรับการกำหนดวันเก็บเกี่ยว และเมื่ออุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้อัตราการเกิดฝักที่มีเมล็ดลีบทั้งฝักและฝักที่มีเมล็ดลีบบางเมล็ดมีจำนวนมากขึ้น ขนาดของฝักเล็กลงทำให้มีจำนวนฝักที่ไม่ได้มาตรฐานมีมาก ทำให้ผลผลิตต่ำ

2. ช่วงแสง

ถั่วเหลืองจะมีความไวต่อช่วงแสงและปริมาณแสง โดยจะเป็นพืชวันสั้น แต่ในช่วงออกดอกจะต้องการแสงมาก (Chapman and Carter, 1976)

Board *et al.* (1990) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร จะมีค่า light interception ต่อต้นสูงกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกในระยะระหว่างแถว 100 เซนติเมตร โดยเฉพาะในระยะสร้างเมล็ด (pod filling) ทำให้ถั่วเหลืองที่ปลูกระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงกว่าระยะห่างระหว่างแถว 100 เซนติเมตร

3. อุณหภูมิ

ถั่วเหลืองจะมีความไวต่ออุณหภูมิและจะเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิระหว่าง 10 และ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูปลูก (Whigham, 1983) อัตราการพัฒนาสูงสุดระหว่างการเจริญทางลำต้นและการออกดอกจะอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส

กรุง และ สิริกุล (2534) รายงานว่า ในช่วงที่เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดเจริญเติบโตและพัฒนาตั้งแต่เริ่มติดฝักจนเมล็ดเต่งสมบูรณ์ มีความต้องการสภาพอากาศที่ไม่ร้อนจัดเกินไป โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส และการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดในช่วงฝักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงระยะเก็บเกี่ยวต้องการสภาพอากาศที่แห้ง แสงแดดจัดและไม่มีฝนตก การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในช่วงที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ 20-22 องศาเซลเซียส อาจจะเกิดโรคราน้ำค้าง (*Peronospora manshurica*) ซึ่งโรคน้ำเป็นโรคที่ระบาดรุนแรงในประเทศไต้หวัน แต่ในประเทศไทยยังไม่พบความเสียหายรุนแรง และพันธุ์ KPS 292 เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างทนต่อโรคนี้ โดยพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคนี้คือ AGS 190 และ AGS 191 ดังนั้นการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาวจึงเกิดปัญหาน้อยกว่าในภาคเหนือ

4. น้ำ

ความถี่ของการให้น้ำนอกจากขึ้นอยู่กับความต้องการของถั่วเหลืองแล้วยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโตและสภาพภูมิอากาศ ชนิดของดินก็เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความถี่ของการให้น้ำดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะอุ้มน้ำได้ดี การให้น้ำแต่ละครั้งจะสามารถอยู่ได้นานกว่าในดินที่มีอินทรีวัตถุต่ำ จากงานทดลองในดินร่วนปนทรายภาคเหนือตอนบน พบว่า ควรให้น้ำถั่วเหลืองเมื่อความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่า 40 % ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เนื่องจากการปล่อยให้น้ำในดินมีความชื้นน้อยไปกว่าจุดนี้ จะทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ได้อย่างเต็มที่และมีการปิดของปากใบ ซึ่งจะทำให้กระทบกระเทือนต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช และในเขตเดียวกันพบว่าการให้น้ำทุก ๆ 6-12 วัน ถั่วเหลืองจะไม่มีการแสดงอาการขาดน้ำและให้ผลผลิตสูงสุด แต่ในดินร่วนเหนียวในเขตภาคกลาง พบว่า การให้น้ำทุก ๆ 10-14 วัน ก็เพียงพอโดยไม่กระทบต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดเมื่อเทียบกับการให้น้ำ 7 วันต่อครั้ง อิทธิพลของการขาดน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดน้ำและระยะเวลาการขาดน้ำ ถ้าถั่วเหลืองฝักสดขาดน้ำในระยะติดฝักจะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตต่ำ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในระยะติดฝักจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดต่ำ (สมยศ, 2542)

ปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้งควรที่จะให้ถึงระดับความชื้นสนาม (Field Capacity) ที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับในพื้นที่ที่มีน้ำจำกัดไม่สามารถให้น้ำเต็มที่สามารถลดจำนวนครั้ง และปริมาณการให้น้ำลงได้บ้าง โดยให้น้ำครั้งสุดท้ายเมื่อถึงระยะ R6 (ฝักบนข้อที่ 1-4 จากส่วนยอดมีเมล็ดเต็มฝัก) แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องลดการให้น้ำมากไปกว่านี้ ไม่ควรให้ถั่วเหลืองขาดน้ำในช่วงออกดอกถึงติดฝัก เพราะจะทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก การใช้วัสดุคลุมดิน เช่น ฟางข้าวจะช่วยลดปริมาณการสูญเสียน้ำจากการระเหยจากผิวดินในช่วงแรกของการเจริญเติบโต และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การปลูกโดยใช้ระยะระหว่างแถวและระหว่างต้นเท่ากัน (Square) จะทำให้ถั่วเหลืองเจริญเติบโตคลุมดินได้เร็วกว่าการปลูกที่ใช้ระยะแถวห่างและระยะระหว่างต้นถี่ ซึ่งทำให้การระบายน้ำจากผิวดินมีน้อยกว่าและได้ผลผลิตมากกว่า

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

1. **การป้องกันและกำจัดวัชพืช**

วัชพืชมีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ช่วงวิกฤติระหว่างการแข่งขันของถั่วเหลืองและวัชพืชคือระยะที่ถั่วเหลืองฝักสดยังมีต้นขนาดเล็กตั้งแต่ปลูก

จนกระทั่งเริ่มออกดอกดังนั้นจึงควรกำจัดวัชพืชในช่วงนี้ ถ้าหลังจากระยะนี้แล้ว วัชพืชไม่มีผลกระทบมากนักต่อผลผลิตของถั่วเหลือง (มานิสา และคณะ, 2530)

อริยันต์ และ อนุสรณ์ (2532) รายงานว่า การใช้สารควบคุมและกำจัดวัชพืชชนิดดูดซึมประกอบด้วยสารออกฤทธิ์อิมาเซธาเพอร์ (Imazethapyr) 5 % w/v หรือเปอร์ซูท ใช้ควบคุมวัชพืชก่อนงอกในระยะ 1-5 วันหลังการปลูก และใช้กำจัดวัชพืชหลังงอกได้ดีในระยะ 6-14 วันหลังปลูก จากการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชในถั่วเหลืองที่จังหวัดสุโขทัยและเชียงใหม่ ตั้งแต่สิงหาคม 2530-กันยายน 2531 พบว่าการใช้อัตรา 320-400 ซีซีผสมน้ำ 80 ลิตร ฉีดพ่นพื้นที่ 1 ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีและเพิ่มผลผลิตได้ 32.73 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่กำจัดวัชพืช

สำหรับกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชทำการทดลองในเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2548 ณ แปลงทดลองและขยายพันธุ์พืชพร้าว อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ จากผลการทดลองพบว่า การใช้ quizalofop-p-tefuryl + fomesafen หลังจากถั่วเหลืองฝักสดงอก 15 วัน ให้ผลผลิตฝักที่ได้มาตรฐานสูงที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2548)

2. โรคและแมลง

การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในประเทศไทยประสบปัญหาของโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลายหลายชนิดเช่น โรคแอนแทรคโนส โรคใบจุดนูน โรคราสนิม โรคโคนเน่า หนอนแมลงวัน หนอนเจาะฝัก เพลี้ยอ่อน หนอนกินใบ ด้วงกินใบ และแมลงหวี่ขาว (พิมพร, 2543)

การคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชคือ เบโนมิลผสมไธแรมอัตรา 35 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม สามารถป้องกันเชื้อโรคได้ และเมล็ดมีความงอกสูงถึงร้อยละ 88 แต่เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนส (*Colletotrichum truncatum*) และโรคเมล็ดโฟมอบซิส (*Phomopsis longicolla*) ซึ่งมีระยะพักตัวยาวนาน เชื้อราสามารถเข้าทำลายถั่วเหลืองฝักสดได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นการคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราสามารถควบคุมการเข้าทำลายของโรค 2 ชนิดที่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ ทำให้ปริมาณการสะสมของเชื้อโรคบนส่วนต่างๆของถั่วเหลืองฝักสดภายในระยะเวลา 30 วันหลังจากการงอกต่ำ (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2537)

ปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้เกษตรลดหรือเลิกการใช้สารเคมีสังเคราะห์ พร้อมกับการกำหนดโครงการจัดการเกษตรระบบยั่งยืน โดยเน้นเรื่องความปลอดภัยและสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี (Biological control) โดยการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์กับโรคพืช เช่น

เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช เป็นวิธีการหนึ่งที่มีความปลอดภัยสูง (จิระเดช และ วรรณวิไล, 2542)

3. การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดจะเป็นวิธีการเก็บเกี่ยวระยะฝักอยู่ในระยะเจริญเต็มที่ (R6) ถ้าหากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปเมล็ดในฝักยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ฝักลีบมาก ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ แต่ถ้าการเก็บเกี่ยวช้าเกินไปฝักจะออกสีเหลือง เมล็ดในฝักแข็ง รสชาติไม่อร่อย ไม่มีความหวานซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ปกติจะเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อฝักเด่งประมาณ 80 % หรือระยะเวลาประมาณ 30-35 วัน หลังจากวันดอกบาน หรือประมาณ 60-65 วันหลังจากเพาะปลูก อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองฝักสดแต่ละพันธุ์มีอายุไม่เท่ากัน และอายุการเก็บเกี่ยวยังแปรปรวนตามสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติดูแลรักษาด้วย การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในสภาพที่มีอากาศค่อนข้างเย็นช่วงการบานของดอกตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้ายจะสั้นประมาณ 5-7 วัน แต่ถ้าเป็นการปลูกในฤดูร้อน ดอกจะทยอยบานเรื่อยๆ ซึ่งบางครั้งอาจจะยาวนานกว่า 14 วัน ทำให้ฝักสุกแก่ไม่พร้อมกัน (กรุง และ สิริกุล, 2534)

ส่วนการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ไม่ควรรอให้ต้นถั่วเหลืองฝักสดแห้งทั้งต้นเหมือนกับถั่วเหลืองไร่ เนื่องจากพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดมีลักษณะฝักแตกง่าย และตอนระยะสุกแก่ใบถั่วเหลืองฝักสดอาจจะยังไม่ร่วง ก้านใบและลำต้นยังมีสีเขียว แต่ฝักแห้งก่อน ดังนั้นควรเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดเมื่อฝักแห้งประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันฝักแตก เมล็ดร่วงหล่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่มีอากาศร้อน ถั่วเหลืองฝักสดมีโอกาสสูญเสียเมล็ดพันธุ์ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าทำการเก็บเกี่ยวไม่ทัน (พิมพร, 2536)

กรมวิชาการเกษตร (2545) ได้แนะนำการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ดังนี้

1. **สภาพพื้นที่**
    - เป็นพื้นที่ดอน หรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง
    - ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร
    - พื้นที่ราบและสม่ำเสมอมีความลาดเอียงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
    - ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ
    - การคมนาคมสะดวก สามารถนำผลผลิตส่งโรงงานอุตสาหกรรมและตลาดรับซื้อได้อย่างรวดเร็ว
2. **ลักษณะดิน**
    - เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย

- ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า 12 ส่วนในล้านส่วน ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 50 ส่วนในล้านส่วน
- การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี
- ระดับหน้าดินลึก 20-25 เซนติเมตร
- ค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 6.0-6.8

3. สภาพภูมิอากาศ
- อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของการผลิตถั่วเหลืองฝักสดคือ 15-30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียสจะทำให้เปลือกฝักหนา ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก
- ปริมาณน้ำฝน 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายตัวสม่ำเสมอตลอดฤดูกาลปลูก

4. ไม่ปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในพื้นที่ปลูกพืชอาศัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบ และแมลงพาหะของโรคใบยอดย่น
5. ต้องไม่ให้ถั่วเหลืองฝักสดขาดน้ำในระยะออกดอก ติดฝัก และระยะที่มีการสร้างเมล็ด เพราะจะทำให้ฝักสดไม่ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐานการส่งออก
6. ในระยะติดฝักประมาณ 45 วันหลังการปลูก ควรมีการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นและคุณภาพของฝัก
7. ต้องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดให้รวดเร็วและรักษาคุณภาพให้มากที่สุด
8. การบรรทุกและขนส่งผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดด้วยความสะอาด

เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่ตลาดต่างประเทศมีความต้องการมาก ประกอบกับเป็นพืชบริโภคสด ดังนั้นตลาดหรือผู้ซื้อจึงเป็นผู้กำหนดมาตรฐานการส่งออกไว้ดังนี้

1. ฝักมีสีเขียวสด ไม่มีรอยตำหนิจากการทำลายของโรคและแมลงบนฝัก
2. ฝักสดมี 2-3 เมล็ดต่อฝัก ความยาวไม่น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และความกว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เซนติเมตร
3. จำนวนฝักไม่เกิน 350 ฝักต่อกิโลกรัม
4. รสชาติหวานเล็กน้อย
5. ไม่มีสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัยที่กำหนดไว้
6. แช่แข็งแล้วเปลือกฝักไม่แตก

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

อุปกรณ์ส่วนในแปลงทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์
2. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช
3. ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 และ สูตร 15-15-15
4. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช
5. ป้ายพลาสติกและถุงกระดาษเก็บตัวอย่าง
6. อุปกรณ์การเกษตรต่างๆ ได้แก่ จอบ ตลับเมตร เครื่องพ่นสารเคมี ฯลฯ

อุปกรณ์ส่วนห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า และเครื่องชั่งละเอียด
2. ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven)
3. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
4. ถาดอลูมิเนียม
5. เครื่องวัดการสังเคราะห์แสง LCA-4 Portable Photosynthetic measurements
6. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล กล้องถ่ายรูป และเครื่องคิดเลข
7. ไม้บรรทัด และสมุดบันทึก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 งานทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน

การปลูกและการดูแลรักษา

1. การเตรียมพื้นที่

1.1 การเตรียมพื้นที่โดยย่อยตากดินทิ้งไว้ 7-15 วัน และไถซ้ำอีกครั้ง

1.2 เตรียมแปลงย่อยขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4 เมตร ใช้ 4 แปลงย่อยต่อ 1 Treatment โดยแต่ละแปลงย่อยใช้ระยะปลูกระหว่างหลุมและระหว่างต้น เท่ากับ 25×45 เซนติเมตร

2. การปลูก

2.1 หยอดใส่หลุม ๆ ละ 2 เมล็ด

3. การใส่ปุ๋ย

3.1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 เมื่ออายุได้ 14 วันหลังการงอก อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

3.2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 ผสมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1:1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุได้ 28 วันหลังการงอก

3.3 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 เมื่ออายุได้ 40 วันหลังงอก อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

4. การป้องกันกำจัดวัชพืช

4.1 พ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด อิมาเซทาเพอร์ (เปอร์ซูท) อัตรา 80-100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร หลังการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 1-3 วันหรือ 7-14 วัน

4.2 การให้น้ำ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและทุกๆ 1 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

1. ความสูงของต้น วัดความสูงของถั่วเหลืองในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยวัดความสูงจากข้อแรกของต้นถั่วเหลืองถึงข้อสุดท้ายปลายยอดอ่อนของลำต้นหลักของถั่วเหลือง

2. น้ำหนักสด ทำการเก็บตัวอย่างสดตามแต่ละช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยตัดต้นถั่วเหลืองฝักสดมาจากพื้นที่ 1 ตารางเมตรจากแปลง ตัดต้นถั่วเหลืองให้ชิดดิน ในแต่ละแปลงได้ 1 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างสดมาชั่งเก็บข้อมูลน้ำหนักสด โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ในระยะเริ่มติดฝักแยกส่วนของฝักออกคนละส่วน)

3. น้ำหนักแห้ง ใช้ตัวอย่างหลังจากชั่งหาน้ำหนักสดแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ชั่งเก็บข้อมูลน้ำหนักแห้ง โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด

4. จำนวนต้นต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวฝักสดโดยสุ่มตัดต้นถั่วเหลืองฝักสดให้ชิดดินมาจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ให้ในแต่ละแปลงได้ 1 ตัวอย่าง และนับจำนวนต้นต่อพื้นที่

5. จำนวนฝักต่อต้น โดยสุ่มต้นถั่วเหลืองจากตัวอย่างที่เก็บข้างต้นมา 10 ต้น นับจำนวนฝักสดต่อต้น คำนวณหาค่าเฉลี่ย

6. ผลผลิตฝักสดต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

7. ทำการเก็บบันทึกข้อมูลอัตราการสังเคราะห์แสงในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ด้วยเทคนิคการศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Light response curve or A/Q response curve method) ด้วยเครื่อง LCA-4 Portable Photosynthetic measurements ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบ จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์และระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยเลือกใบของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่มีความเหมาะสม และทำการวัดในช่วงเวลา 07.00-10.00 น. ซึ่งความแปรปรวนของสภาพอากาศน้อย ความเข้มแสงไม่สูงและความชื้นในอากาศพอดี

8. นำต้นถั่วเหลืองฝักสดที่เก็บบันทึกข้อมูลอัตราการสังเคราะห์แสง มาตัดรากทำความสะอาด แล้วจึงนำไปอบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด วัดและเก็บบันทึกข้อมูลในระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การเก็บบันทึกข้อมูลการทดลอง

1. วันปลูก (planting date)

2. วันงอก นับจากวันปลูก (germination date) และ วันใบจริงใบแรกกำเนิด นับจากวันปลูก (thinning date)

3. วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอก

4. จำนวนกิ่งของต้นสุ่ม 10 ต้นต่อแปลง

5. วันที่สุกแก่ (physiological maturity)

6. ความสูงของต้นก่อนเก็บเกี่ยว (plant height)

7. ความยาวฝัก (pod long)

8. ความกว้างของฝัก (pod width)

9. ความหนาของฝัก (pod thickness)

10. จำนวนฝักที่เก็บ (total pods)

11. วันเก็บเกี่ยว (harvesting date)

12. จำนวนฝักต่อ 1 ตารางเมตร (pods/area (m^2))

13. องค์ประกอบผลผลิตฝักสด

    13.1 จำนวนฝักต่อต้น

    13.2 จำนวนฝักที่มี 2 และ 3 เมล็ดต่อต้น

    13.3 น้ำหนักฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้นและต่อไร่

14. อัตราการสร้างมวลชีวภาพต่อไร่

14.1 น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด

14.2 น้ำหนักแห้งของฝักสดต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด

14.3 น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด

15. จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

16. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดเชียงใหม่

17. ตัวอย่างดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวเพื่อวิเคราะห์ pH, OM, N, P และ K

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสง และการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง

การปลูกและการดูแลรักษา

1. การเตรียมพื้นที่

1.1 การเตรียมพื้นที่โดยย่อยตากดินทิ้งไว้ 7-15 วัน และไถซ้ำอีกครั้ง

1.2 เตรียมแปลงย่อยขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4 เมตร ใช้ 4 แปลงย่อยต่อ 1 Treatment โดยแต่ละแปลงย่อยใช้ระยะปลูกระหว่างหลุมและระหว่างต้น เท่ากับ 25×45 เซนติเมตร

2. การปลูก

2.1 หยอดใส่หลุม ๆ ละ 2 เมล็ด

3. การใส่ปุ๋ย

3.1 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 เมื่ออายุได้ 14 วันหลังงอก อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

3.2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 ผสมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1:1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุได้ 28 วันหลังงอก

3.3 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 เมื่ออายุได้ 40 วันหลังงอก อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

4. การป้องกันกำจัดวัชพืช

4.1 พ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด อิมาเซทาเพอร์ (เปอร์ซูท) อัตรา 80-100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร หลังการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 1-3 วันหรือ 7-14 วัน

4.2 การให้น้ำ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและทุกๆ 1 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

1. ความสูงของต้น วัดความสูงของถั่วเหลือง ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยวัดความสูงจากข้อแรกของต้นถั่วเหลืองถึงข้อสุดท้ายปลายยอดอ่อนของลำต้นหลักของถั่วเหลือง

2. น้ำหนักสด ทำการเก็บตัวอย่างสดตามแต่ละช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยตัดต้นถั่วเหลืองฝักสดมาจากพื้นที่ 1 ตารางเมตรจากแปลง ตัดต้นถั่วเหลืองให้ชิดดิน ในแต่ละแปลงได้ 1 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างสดมาชั่งเก็บข้อมูลน้ำหนักสด โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ในระยะเริ่มติดฝักแยกส่วนของฝักออกคนละส่วน)

3. น้ำหนักแห้ง ใช้ตัวอย่างหลังจากชั่งน้ำหนักสดแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ชั่งเก็บข้อมูลน้ำหนักแห้ง โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด

4. จำนวนต้นต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวฝักสด โดยตัดต้นถั่วเหลืองฝักสดให้ชิดดินมาจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในแต่ละแปลงได้ 1 ตัวอย่าง และนับจำนวนต้นต่อพื้นที่

5. จำนวนฝักต่อต้น โดยสุ่มต้นถั่วเหลืองจากตัวอย่างที่เก็บข้างต้นมา 10 ต้น นับจำนวนฝักสดต่อต้น คำนวณหาค่าเฉลี่ย

6. ผลผลิตฝักสดต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ทำการเก็บบันทึกข้อมูลอัตราการสังเคราะห์แสงในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ด้วยเทคนิคการศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Light response curve or A/Q response curve method) ด้วยเครื่อง LCA-4 Portable Photosynthetic measurements ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบ จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์และระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยเลือกใบของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่มีความเหมาะสม และทำการวัดในช่วงเวลา 07.00-10.00 น. ซึ่งความแปรปรวนของสภาพอากาศน้อย ความเข้มแสงไม่สูง และความชื้นในอากาศพอดี

8. นำต้นถั่วเหลืองฝักสดที่เก็บบันทึกข้อมูลอัตราการสังเคราะห์แสง มาตัดรากทำความสะอาด แล้วจึงนำไปอบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด วัดและเก็บบันทึกข้อมูลในระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การเก็บบันทึกข้อมูลการทดลอง

1. วันปลูก (planting date)

2. วันงอก นับจากวันปลูก (germination date) และวันใบจริงใบแรกกำเนิด นับจากวันปลูก (thinning date)

3. วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอก

4. จำนวนกิ่งของต้นสุ่ม 10 ต้นต่อแปลง
5. วันที่สุกแก่ (physiological maturity)
6. ความสูงของต้นก่อนเก็บเกี่ยว (plant height)
7. ความยาวฝัก (pod long)
8. ความกว้างของฝัก (pod width)
9. ความหนาของฝัก (pod thickness)
10. จำนวนฝักที่เก็บ (total pods)
11. วันเก็บเกี่ยว (harvesting date)
12. จำนวนฝักต่อต่อ 1 ตารางเมตร (pods/area (m^2))
13. องค์ประกอบผลผลิตฝักสด
    13.1 จำนวนฝักต่อต้น
    13.2 จำนวนฝักที่มี 2 และ 3 เมล็ดต่อต้น
    13.3 น้ำหนักฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้นและต่อไร่
14. อัตราการสร้างมวลชีวภาพต่อไร่
    14.1 น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด
    14.2 น้ำหนักแห้งของฝักสดต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด
    14.3 น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด
15. จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม
16. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดเชียงใหม่
17. ตัวอย่างดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวเพื่อวิเคราะห์ pH, OM, N, P และ K

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลจากการทดลองในแต่ละฤดูมาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix Version 8 for Windows

2. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธุ์ (correlation) ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2003

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของการทดลองที่มีความแปรปรวนเป็นเอกภาพ เพื่อทดสอบความแปรปรวนระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์ (สุรพล, 2526) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix Version 8 for Windows

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระยะเวลา :

ในฤดูฝน ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือน มกราคม 2553

ในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนมกรคม 2553 - เดือน เมษายน 2553

สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ : แปลงวิจัยและพัฒนาการผลิต ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ อาคารกำจร บุญแปง และห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ อาคารเพิ่มพูล ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษคร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 5 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ ทำการทดลองปลูก 2 ฤดู โดยปลูกในฤดูฝน ปี พ.ศ. 2552 และในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2553 ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ มีผลการทดลอง ดังนี้

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน ในฤดูฝน (ตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

การสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูฝน

1. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 4.04 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 2.81 1.86 1.50 และ 1.35 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

2. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 4.89 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 2.79 2.63 และ 1.92 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

3. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 7.47 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-15 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 5.01 3.85 3.40 และ 2.88 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

4. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 9.50 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 5.48 4.96 4.77 และ 3.82 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

5. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 15.18 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 14.48 6.70 6.39 และ 5.43 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

6. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 24.19 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 18.43 8.97 7.53 และ 7.07 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

7. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 25.95 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 21.15 17.07 13.29 และ 12.87 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

8. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 29.55 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และ สายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 25.84 18.78 18.50 และ 14.10 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

9. การสังเคราะห์แสงในระยะ การเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 32.30 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 29.56 22.82 20.33 และ 20.24 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

10. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 33.11 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 32.00 25.74 23.80 และ 22.63 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

11. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 39.46 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 36.79 26.20 25.07 และ 25.03 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

12. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 28.36 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 21.60 21.46 20.38 และ 17.38 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

13. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R7)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 12.70 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 No.75 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 10.97 10.77 10.40 และ 7.88 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

14. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R8)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 2.48 µmolCO2m-2s-1 รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 2.18 1.48 และ 1.31 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 4)

การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูฝน

1. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 6.05 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.72 4.07 4.01 และ 3.97 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

2. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 6.49 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 6.57 5.22 5.17 และ 5.00 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

3. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 7.82 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 6.03 5.85 และ 5.75 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

4. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 9.59 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 7.81 7.24 และ 7.16 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

5. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 21.11 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 20.40 18.91 18.16 และ 18.02 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

6. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 34.04 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ NO.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 30.33 27.47 26.30 และ 24.16 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

7. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 38.19 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 33.53 30.98 29.82 และ 28.68 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

8. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 39.27 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 36.77 34.00 32.92 และ 32.62 กรัมต่อตารางเมตรตามลำดับ (ตาราง 5)

9. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 42.53 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 39.63 35.73 35.70 และ 35.68 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

10. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 45.87 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 42.39 38.84 38.34 และ 37.92 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

11. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 72.22 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 66.15 59.60 59.18 และ 58.95 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

12. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 106.38 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 93.34 83.71 82.61 และ 78.98 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

13. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R7)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 93.36 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 87.96 81.68 80.24 และ 78.14 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

14. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R8)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 92.50 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 86.48 79.70 79.17 และ 77.02 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 5)

ลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝน

1. วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอก

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีวันออกดอก 50 % นับจากวันงอกแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอกมากที่สุดเฉลี่ย 37.30 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ AGS 292 มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอกเฉลี่ยเท่ากับ 37.00 36.67 33.78 และ 32.78 วัน ตามลำดับ (ตาราง 6)

2. จำนวนกิ่งต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 3.47 กิ่ง รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 2.37 2.30 และ 2.25 กิ่ง ตามลำดับ (ตาราง 6)

3. จำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยามากที่สุดเฉลี่ย 89.89 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาเฉลี่ยเท่ากับ 88.22 86.45 83.85 และ 82.44 วัน ตามลำดับ (ตาราง 6)

4. ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดก่อนการเก็บเกี่ยว

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวมากที่สุดเฉลี่ย 31.05 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 No.75 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 31.02 30.98 29.65 และ 26.93 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 6)

5. ความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความยาวฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ 16 sweet มีความยาวฝักมากที่สุดเฉลี่ย 5.13 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 No.75 MJ

0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความยาวฝักเฉลี่ยเท่ากับ 4.99 4.98 4.87 และ 4.80 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 6)

6. ความกว้างฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความกว้างฝักแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีความกว้างฝักมากที่สุดเฉลี่ย 1.45 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ 16 sweet MJ 0108-11-5 No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความกว้างฝักเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 1.33 1.31 และ 1.28 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 6)

7. ความหนาของฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความหนาของฝักแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ 16 sweet มีความหนาของฝักมากที่สุดเฉลี่ย 1.08 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 MJ 0108-11-5 No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความหนาของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 0.94 0.89 และ 0.88 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 6)

8. อายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุดเฉลี่ย 93.00 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ AGS 292 มีอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเฉลี่ยเท่ากับ 91.78 90.22 86.56 และ 85.56 วัน ตามลำดับ (ตาราง 6)

9. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดต่อพื้นที่ (1 ตารางเมตร)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักต่อแปลงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อแปลงมากที่สุดเฉลี่ย 212.0 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักต่อแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 192.33 181.00 176.67 และ 169.67 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 6)

10. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 23.17 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์

No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 19.08 18.08 17.00 และ 14.75 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 7)

11. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 13.25 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.08 12.75 11.92 และ11.92 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 7)

12. น้ำหนักฝักถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 21.14 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 17.10 16.91 และ15.50 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 7)

13. ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีผลผลิตฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีผลผลิตฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรมากที่สุดเฉลี่ย 0.212 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีผลผลิตฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเฉลี่ยเท่ากับ 0.195 0.170 0.169 และ 0.155 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 7)

14. จำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมมากที่สุดเฉลี่ย 200.3 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 No.75 AGS 292 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยเท่ากับ 198.7 192.7 185.3 และ 179.3 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 7)

การสร้างมวลชีวภาพต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูฝน

1. น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 173.54 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 156.02 133.94 130.47 และ126.03 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตาราง 7)

2. น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 68.18 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 53.38 46.17 46.01 และ 45.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตาราง 7)

3. น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 105.36 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 102.64 87.77 84.77 และ 80.02 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตาราง 7)

ตาราง 4 ผลการสังเคราะห์แสง ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

สายพันธุ์	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	4.04 a	4.89 a	7.47 a	9.50 a	15.18 a	24.19 a	25.95 a	29.55 a	32.30 a	33.11 a	39.46 a	28.36	12.70	2.48
No.75	2.81 b	4.11 ab	5.01 b	5.48 b	14.48 a	18.43 b	21.15 ab	25.84 a	29.56 b	32.00 a	36.79 a	21.60	10.77	2.35
16 Sweet	1.50 c	1.92 c	2.88 c	4.77 bc	5.43 b	7.53 c	12.87 c	14.10 b	20.24 c	22.63 c	25.07 b	21.46	10.40	1.31
MJ 0101-4-6	1.35 c	2.63 bc	3.40 c	3.82 c	6.70 b	7.07 c	17.07 bc	18.78 b	20.33 c	23.80 bc	26.20 b	20.38	7.88	1.48
MJ 0108-11-5	1.86 c	2.79 bc	3.85 bc	4.96 bc	6.39 b	8.97 c	13.29 c	18.50 b	22.82 c	25.74 b	25.03 b	17.38	10.97	2.18
Mean	2.13	3.27	4.52	5.71	9.64	13.24	18.07	21.35	25.05	27.46	30.51	21.84	10.54	1.96
F-test	**	*	**	**	**	**	*	**	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	14.35	30.48	18.31	14.51	19.43	18.98	22.46	12.82	5.64	5.94	6.59	24.67	23.41	35.74

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในcolumn เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 5 ผลการสร้างมวลชีวภาพ (กรัมต่อตารางเมตร) ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

สายพันธุ์	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	6.05 a	6.49 a	7.82 a	9.59 a	21.11 a	34.04 a	38.19 a	39.27 a	42.53 a	45.87 a	72.22 a	106.38 a	93.36 a	92.50 a
No.75	5.72 a	6.57 a	7.58 a	8.48 b	20.40 a	30.33 b	33.53 b	36.77 b	39.63 b	42.39 b	66.15 b	93.34 b	87.96 b	86.48 b
16 Sweet	4.07 b	5.00 b	5.75 b	7.16 c	18.02 b	24.16 d	28.68 d	32.62 c	35.68 c	37.92 c	59.60 c	78.98 c	78.14 c	77.02 c
MJ 0101-4-6	3.97 b	5.17 b	5.85 b	7.81 bc	18.91 b	26.30 c	29.82 cd	32.92 c	35.70 c	38.34 c	58.95 c	83.71 bc	81.68 c	79.70 c
MJ 0108-11-5	4.01 b	5.22 b	6.03 b	7.24 c	18.16 b	27.47 c	30.98 c	34.00 c	35.73 c	38.84 c	59.18 c	82.61 bc	80.24 c	79.17 c
Mean	4.76	5.71	6.61	8.06	19.32	28.46	32.24	35.12	37.86	40.67	63.22	89.0	84.28	82.96
F-test	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	9.1	8.77	11.57	6.57	2.64	3.03	3.71	2.93	2.93	3.29	1.95	6.97	2.94	2.03

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในcolumn เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 6 ลักษณะทางการเกษตรระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

สายพันธุ์	Day of Flowering 50 %	Number of branch/Plant	Physiological maturity day	Plant Height (cm.)	Pod Long (cm.)	Pod Width cm.)	Pod Thick (cm.)	Day of harvesting	Number Pod/area (m^2)
AGS 292	32.78 c	3.47 a	82.44 c	31.02 a	4.99	1.45 a	0.98 b	85.56 c	212.00 a
No.75	33.78 b	2.83 b	83.85 c	30.98 a	4.98	1.31 bc	0.89 d	86.56 c	192.33 b
16 Sweet	36.67 a	2.25 c	86.45 b	26.93 b	5.13	1.34 b	1.08 a	90.22 b	176.67 cd
MJ 0101-4-6	37.30 a	2.37 c	88.22 ab	29.65 a	4.80	1.28 c	0.88 d	91.78 ab	169.67 d
MJ 0108-11-5	37.00 a	2.30 c	89.89 a	31.05 a	4.87	1.33 b	0.94 c	93.00 a	181.00 c
Mean	35.51	2.64	86.2	29.93	4.95	1.34	0.95	89.4	186.33
F-test	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
CV (%)	1.73	7.57	1.33	3.45	2.37	1.57	2.12	1.49	2.64

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในcolumn เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 7 องค์ประกอบผลผลิตระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

สายพันธุ์	Number of pod/plant	Number of standard pod/plant	Standard pod weight /plant (g.)	Standard pod weight (Kg./ m^2)	Total plant dry weight (Kg./Rai)	Total pods dry weight (Kg./Rai)	Total shoot dry weight (Kg./Rai)	Number of standard pod/0.5kg
AGS 292	23.17 a	13.25 a	21.14 a	0.21 a	173.54 a	68.18 a	105.36 a	185.33 bc
No.75	19.08 b	13.08 a	19.54 b	0.20 b	156.02 b	53.38 b	102.64 a	192.70 b
16 Sweet	14.75 d	11.92 b	15.50 d	0.16 d	126.03 c	46.01 c	80.02 b	179.30 c
MJ 0101-4-6	17.00 c	11.92 b	16.91 c	0.17 c	133.94 c	46.17 c	87.77 b	198.70 a
MJ 0108-11-5	18.08 bc	12.75 ab	17.10 c	0.17 c	130.47 c	45.70 c	84.77 b	200.33 a
Mean	18.42	12.58	18.04	0.18	144.00	51.89	92.06	191.27
F-test	**	*	**	**	**	**	**	**
CV (%)	5.28	3.54	3.04	3.10	5.32	5.42	6.70	1.34

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในcolumn เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน ในฤดูแล้ง (มกราคม 2553-เมษายน 2553)

การสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ในฤดูแล้ง

1. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 3.82 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 1.69 1.28 และ 1.25 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

2. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 4.95 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 2.24 2.18 และ 2.16 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

3. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 7.44 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 5.18 3.37 3.22 และ 2.62 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

4. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 9.04 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 6.99 4.47 4.40 และ 3.49 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

5. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 14.85 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 13.21 8.45 7.48 และ 7.19 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

6. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 21.28 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 16.64 15.02 15.02 และ 12.06 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

7. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 23.95 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 18.24 16.46 15.64 และ 14.77 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

8. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 26.85 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 23.51 19.46 18.78 และ 18.50 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

9. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 28.18 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 26.17 23.64 19.69 และ 19.55 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

10. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 29.62 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 28.90 24.63 20.81 และ 20.46 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

11. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 32.59 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 30.42 24.88 22.24 และ 21.60 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

12. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 26.59 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 21.16 21.46 20.38 และ 17.38 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

13. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R7)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 10.92 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 9.85 9.77 9.40 และ 7.26 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

14. การสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R8)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเฉลี่ย 1.98 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 1.92 1.65 และ 1.61 µmol$CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตาราง 8)

การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในฤดูแล้ง

1. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 5.16 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือพันธุ์ No.75 พันธุ์ 16 sweet พันธุ์MJ 0108-11-5 และพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 3.51 3.13 และ 3.09 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

2. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 6.19 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.19 4.87 4.27 และ 4.23 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

3. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 6.74 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 6.65 5.52 4.87 และ 4.32 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

4. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 9.29 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 8.17 7.05 6.58 และ 6.25 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

5. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 11.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 11.38 9.18 8.84 และ 8.80 กรัมต่อตารางเมตรตามลำดับ (ตาราง 9)

6. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 16.07 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 15.76 12.66 12.30 และ 11.95 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

7. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 28.21 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 23.92 21.60 20.57 และ 20.34 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

8. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R2)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 34.4 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 30.74 26.74 28.76 และ 26.74 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

9. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R3)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 37.77 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 34.75 31.2 30.35 และ 30.02 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

10. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R4)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 44.21 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 37.67 34.69 32.74 และ32.02 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

11. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R5)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 58.14 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 50.11 44.87 44.10 และ 43.26 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

12. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R6)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 88.42 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 72.71 66.74 58.46 และ 52.75 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

13. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R7)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 73.04 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 59.71 56.39 53.85 และ 50.22 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

14. การสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R8)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ย 69.77 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีการสร้างมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 57.03 48.67 48.31 และ 47.34 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

ลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง

1. วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอก

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอกแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอกมากที่สุดเฉลี่ย 35.33 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 16 sweet No.75 และสาย

พันธุ์ AGS 292 มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันงอกเฉลี่ยเท่ากับ 35.33 34.67 30.78 และ 30.40 วัน ตามลำดับ (ตาราง 10)

2. จำนวนกิ่งต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 3.17 กิ่ง รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 2.42 2.33 และ 2.33 กิ่ง ตามลำดับ (ตาราง 10)

3. จำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยามากที่สุดเฉลี่ย 87.22 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาเฉลี่ยเท่ากับ 86.89 84.19 82.18 และ 80.11 วัน ตามลำดับ (ตาราง 10)

4. ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดก่อนการเก็บเกี่ยว

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวมากที่สุดเฉลี่ย 28.95 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความสูงของต้นก่อนการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 27.58 26.05 24.41 และ 24.33 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 10)

5. ความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ 16 sweet มีความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุดเฉลี่ย 5.03 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 No.75 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสดเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 4.93 4.85 และ 4.84 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 10)

6. ความกว้างฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความกว้างฝักถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีความกว้างฝักถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุดเฉลี่ย 1.42

เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ 16 sweet MJ 0108-11-5 No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความกว้างฝักถั่วเหลืองฝักสดเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 1.33 1.33 และ 1.29 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 10)

7. ความหนาของฝักถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความหนาของฝักถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ 16 sweet มีความหนาของฝักมากที่สุดเฉลี่ย 1.01 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 MJ 0108-11-5 No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความหนาของฝักถั่วเหลืองฝักสดเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 0.90 0.89 และ 0.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 10)

8. อายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีอายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีอายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุดเฉลี่ย 91.53 วัน รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 16 sweet No.75 และสายพันธุ์ AGS 292 มีอายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดเฉลี่ยเท่ากับ 90.53 88.60 84.89 และ 83.22วัน ตามลำดับ (ตาราง 10)

9. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดต่อพื้นที่ (1 ตารางเมตร)

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักต่อแปลงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อแปลงมากที่สุดเฉลี่ย 192.3 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักต่อแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 182.7 157.7 150.7 และ 148.7 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 10)

10. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 19.58 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0101-4-6 MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 17.71 15.57 15.31 และ 14.07 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 11)

11. จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 12.5 ฝัก

รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 10.4 8.7 8.4 และ 7.9 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 11)

12. น้ำหนักฝักถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 19.57 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 MJ 0108-11-5 MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 18.11 16.96 16.72 และ15.36 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 11)

13. น้ำหนักฝักถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรมากที่สุดเฉลี่ย 0.192 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเฉลี่ยเท่ากับ 0.181 0.160 0.156 และ 0.152 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 11)

14. จำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมมากที่สุดเฉลี่ย 205.7 ฝัก รองลงมา คือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 No.75 AGS 292 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยเท่ากับ 205.7 198.2 191.4 และ 185.9 ฝัก ตามลำดับ (ตาราง 11)

การสร้างมวลชีวภาพต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง

1. น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 150.61 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มี

น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 135.05 118.62 103.24 และ100.25 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตาราง 11)

2. น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 51.63 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 39.28 37.91 34.59 และ 33.24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตาราง 11)

3. น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่มากที่สุดเฉลี่ย 98.98 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 16 sweet MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 95.77 80.71 68.65 และ 67.01 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตาราง 11)

ตาราง 8 ผลการสังเคราะห์แสง (μmol$CO_2$$m^{-2}s^{-1}$) ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)

สายพันธุ์	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	3.82a	4.95a	7.44a	9.04a	14.85a	21.28a	23.95a	26.85a	28.18a	29.62a	32.59a	26.59a	10.92	1.98
No.75	2.68ab	3.64b	5.18ab	6.99ab	13.21ab	16.64ab	18.24b	23.51a	26.17ab	28.90a	30.42a	21.16b	9.40	1.65
16 Sweet	1.25b	2.24c	3.22bc	4.47bc	8.45bc	15.02b	15.64b	19.46b	23.64bc	24.63b	24.88b	19.14bc	9.77	1.92
MJ 0101-4-6	1.28b	2.18c	3.37bc	3.49c	7.19c	12.06b	14.77b	18.78b	19.55c	20.46c	21.60b	14.45d	7.26	1.61
MJ 0108-11-5	1.69b	2.16c	2.62c	4.40bc	7.48c	15.02b	16.46b	18.50b	19.69c	20.81c	22.24b	14.68cd	9.85	1.93
Mean	2.14	3.03	4.37	5.68	10.23	16.00	17.81	21.42	23.45	24.88	26.35	19.20	9.44	1.82
F-test	*	**	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	ns	ns
CV (%)	38.92	20.09	30.73	30.03	26.03	18.25	12.69	8.46	9.41	5.76	8.98	12.57	14.06	21.49

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 9 ผลการสร้างมวลชีวภาพ (กรัมต่อตารางเมตร) ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)

สายพันธุ์	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	5.16 a	6.19 a	6.74 a	9.29 a	11.67 a	16.07 a	28.21 a	34.4 a	37.77 a	44.21 a	58.14 a	88.42 a	73.04 a	69.77 a
No.75	4.41 ab	5.19 ab	6.65 ab	8.17 b	11.38 a	15.76 a	23.92 b	30.74 b	34.75 ab	37.67 b	50.11 b	72.71 b	59.71 b	57.03 b
16 Sweet	3.51 bc	4.87 b	5.52 bc	7.05 c	9.18 b	12.66 b	21.6 bc	26.74 c	31.20 bc	32.02 bc	44.87 c	66.74 c	56.39 c	47.34 c
MJ 0101-4-6	3.09 c	4.23 b	4.32 d	6.25 c	8.80 b	12.3 b	20.34 c	27.96 c	30.02 c	32.74 c	43.26 c	52.75 d	50.22 d	48.31 c
MJ 0108-11-5	3.13 c	4.27 b	4.87 cd	6.58 c	8.84 b	11.95 b	20.57 c	28.76 bc	30.35 c	34.69 bc	44.1 c	58.46 d	53.85 c	48.67 c
Mean	3.86	4.95	5.62	7.47	9.97	13.75	22.93	29.72	32.82	36.27	48.10	67.82	58.64	54.22
F-test	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	16.98	12.28	10.88	6.37	8.69	5.40	7.51	4.89	6.11	6.98	4.12	4.47	2.94	3.68

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 10 ลักษณะทางการเกษตรระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)

สายพันธุ์	Day of flowering 50 %	Number of branch/Plant	Physiological maturity day	Plant Height (cm.)	Pod Long (cm.)	Pod Width (cm.)	Pod Thick (cm.)	Day of harvesting	Number Pod/area (m^2)
AGS 292	30.40 b	3.17 a	80.11 d	28.95 a	4.94 ab	1.42 a	0.92 b	83.22 c	192.33 a
No.75	30.78 b	2.87 b	82.18 c	27.58 a	4.93 ab	1.38 b	0.89 bc	84.89 c	182.67 a
16 Sweet	34.67 a	2.42 c	84.19 b	24.41 b	5.03 a	1.33 c	1.01 a	88.60 b	157.67 b
MJ 0101-4-6	35.33 a	2.33 c	86.89 a	24.33 b	4.84 b	1.29 d	0.87 c	90.53 ab	148.67 b
MJ 0108-11-5	35.33 a	2.33 c	87.22 a	26.05 ab	4.85 b	1.33 cd	0.90 bc	91.53 a	150.67 b
Mean	33.30	2.62	84.12	26.27	4.92	1.35	0.92	87.75	166.40
F-test	**	**	**	*	*	**	**	**	**
CV (%)	2.84	4.75	1.26	6.13	1.19	1.56	2.54	1.58	4.67

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 11 องค์ประกอบผลผลิตระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)

สายพันธุ์	Number of pod/plant	Number of standard pod/plant	Standard pod weight /plant (g.)	Standard pod weight (Kg./ m^2)	Total plant dry weight (Kg./Rai)	Total pods dry weight (Kg./Rai)	Total shoot dry weight (Kg./Rai)	Number of standard pod/0.5kg
AGS 292	19.58 a	12.47 a	19.57 a	0.192 a	150.61 a	51.63 a	98.98 a	191.37 cd
No.75	17.71 b	10.44 ab	18.11 ab	0.181 a	135.05 b	39.28 b	95.77 a	198.23 bc
16 Sweet	14.07 c	8.38 bc	15.36 c	0.160 b	118.62 c	37.91 b	80.71 b	186.20 d
MJ 0101-4-6	15.57 bc	7.92 c	16.72 bc	0.152 b	100.25 d	33.24 b	67.01 c	209.03 a
MJ 0108-11-5	15.31 c	8.67 bc	16.96 b	0.156 b	103.24 d	34.59 b	68.65 c	205.70 ab
Mean	16.45	9.58	17.34	0.168	121.55	39.33	82.22	198.11
F-test	**	*	**	**	**	*	**	**
CV (%)	7.23	13.17	4.53	4.31	3.79	13.16	5.46	2.04

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นและระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ผลการทดลองมีดังนี้

ผลการทดลองในฤดูฝนปี 2552 (ตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

ผลการทดลองพบว่า การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (vegetative growth stages) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.99137** รวมทั้งมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.989174** และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.992779** (ตาราง 12)

การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (reproductive growth stage) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.995697** และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.986776** ส่วนทางด้านการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโดด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.984701** (ตาราง 12)

ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) กับการสร้างมวลชีวภาพ (กรัมต่อตารางเมตร) ในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝน (ตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

	การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)	การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)
การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	1			
การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)	0.99137**	1		
การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	0.989174**	0.995697**	1	
การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)	0.992779**	0.986776**	0.984701**	1

ผลการทดลองในฤดูแล้งปี 2553 (มกราคม 2553-เมษายน 2553)

ผลการทดลองพบว่า การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (vegetative growth stages) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.980878** รวมถึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.976759** และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.995173** (ตาราง 13)

การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (reproductive growth stage) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.990645** และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.976324** ส่วนทางด้านการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.959113** (ตาราง 13)

ตาราง 13 ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสง ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) กับการสร้างมวลชีวภาพ (กรัมต่อตารางเมตร) ในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง (มกราคม 2553-เมษายน 2553)

	การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	**การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)**	**การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)**	**การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)**
การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	1			
การสังเคราะห์แสงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)	0.980878**	1		
การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น (V1-V6)	0.976759**	0.990645**	1	
การสร้างมวลชีวภาพระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R1-R5)	0.995173**	0.976324**	0.959113**	1

ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพ ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ในการปลูกฤดูฝนและฤดูแล้งของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์

ผลการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพ ในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้ง 2 ฤดูกาล โดยในฤดูฝนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9659** ซึ่งมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9543** ทั้ง 2 ฤดูกาลปลูก มีความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพ ไปในทำนองเดียวกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง (ภาพ 1) (ตาราง 14)

ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553) พบว่า การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีค่าความชัน (slope) จากสมการแบบยกกำลัง (power function) มากกว่าฤดูแล้ง และพันธุ์ต่างกันมีค่า ln ที่แตกต่างกัน (ภาพ 2) สายพันธุ์ AGS 292 มีค่าความชันสูงที่สุดคือ 1.0807 รองลงมาคือ สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 0.9859 0.9346 0.9187 และ 0.8927 ตามลำดับ (ตาราง 14)

ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553) พบว่า การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ด้วยค่าความชัน (slope) จากสมการแบบยกกำลัง (power function) มีค่า ln ต่ำกว่าฤดูฝน และพันธุ์ต่างกันมีค่า ln ต่างกัน (ภาพ 3) สายพันธุ์ AGS 292 มีค่าความชันสูงที่สุดคือ 1.0765 รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet เท่ากับ 0.9620 0.9008 0.9007 และ 0.7921 ตามลำดับ (ตาราง 14)

ผลการทดลองในฤดูฝนปี 2552 (ตุลาคม 2552-มกราคม 2553)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9724** (ภาพ 4) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ No.75 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9741** (ภาพ 5) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ 16 sweet พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9514** (ภาพ 6) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9452** (ภาพ 7) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9254** (ภาพ 8) (ตาราง 14)

ผลการทดลองในฤดูแล้งปี 2553 (มกราคม 2553-เมษายน 2553)

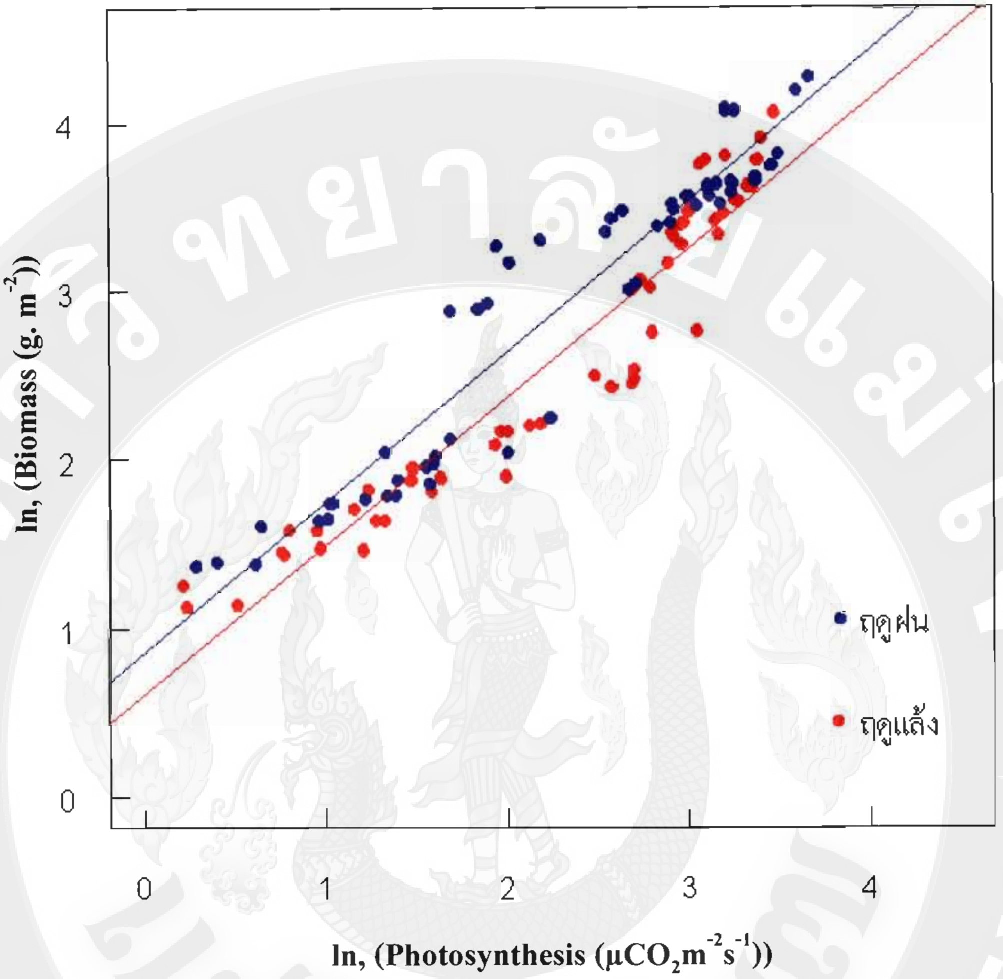
ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9368** (ภาพ 4) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ No.75 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9673** (ภาพ 5) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ 16 sweet พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9485** (ภาพ 6) (ตาราง 14)

ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9621** (ภาพ 7) (ตาราง 14)

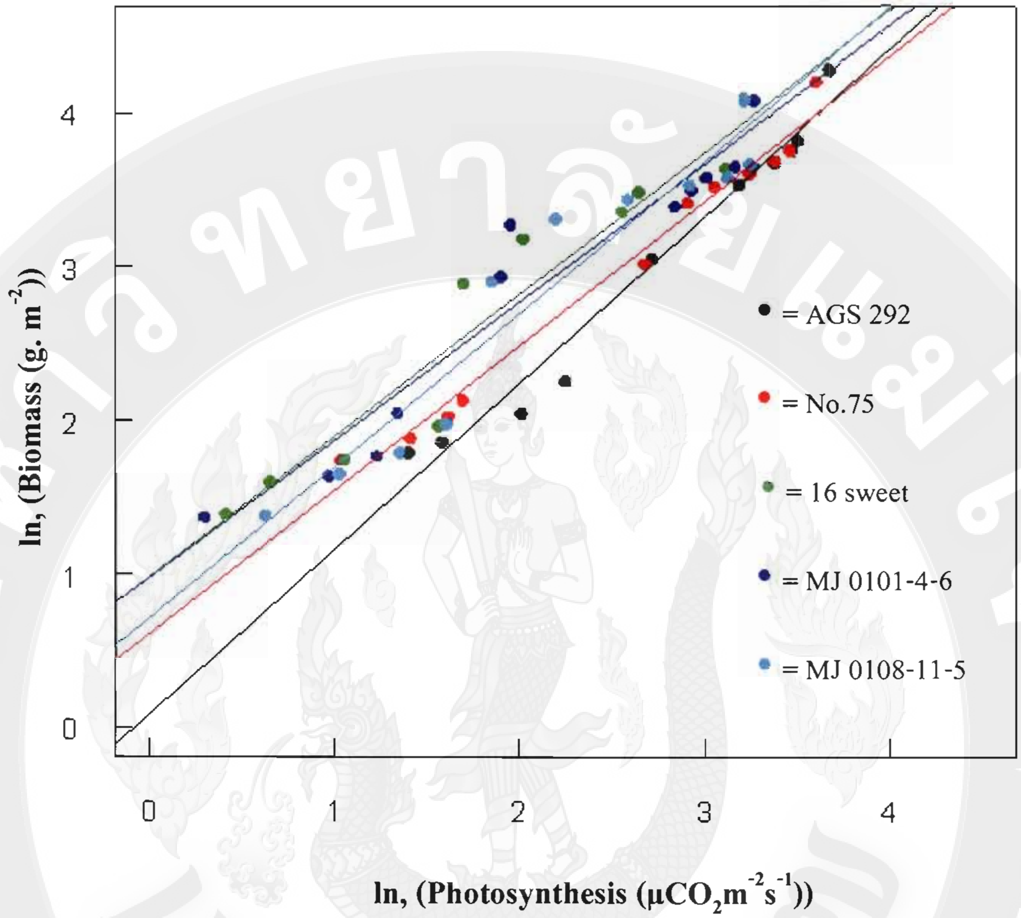
ในถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9365** (ภาพ 8) (ตาราง 14)



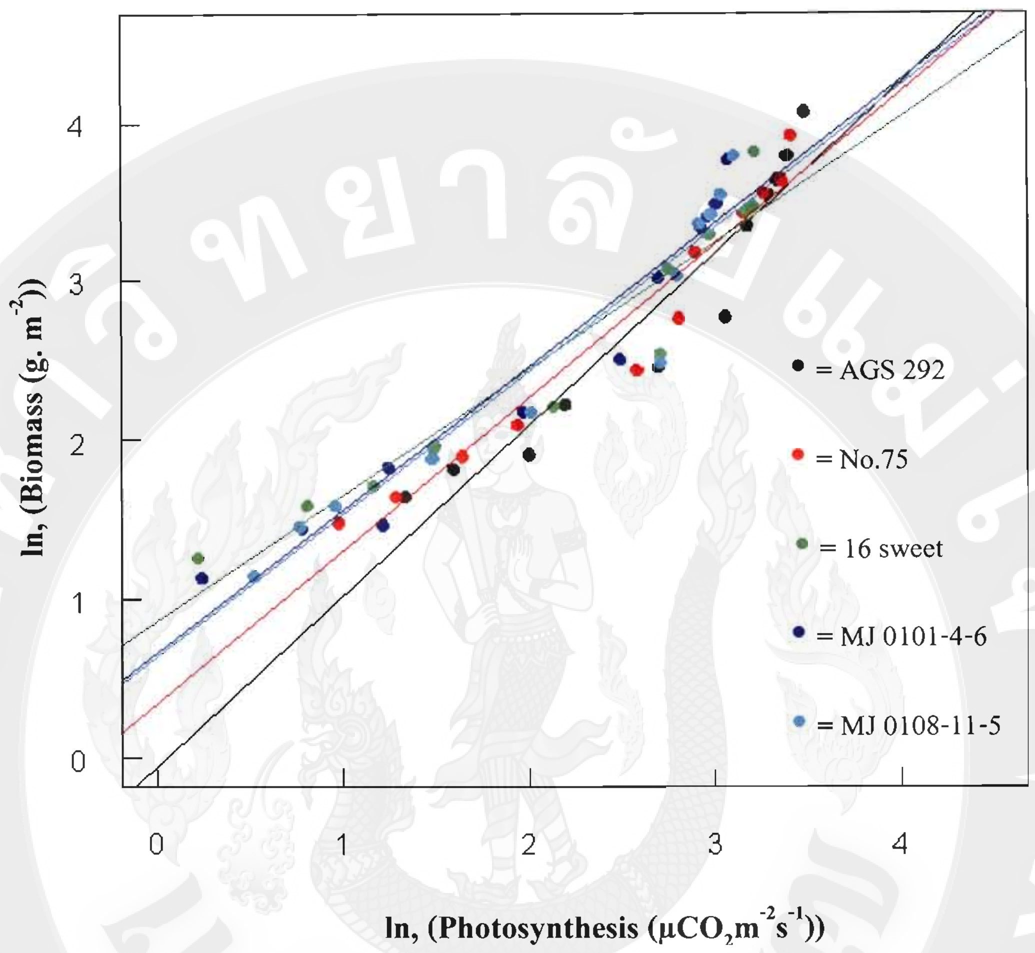
ภาพ 1 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=2.3375(x)^{0.8925}$, $F=512.2$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9045$)

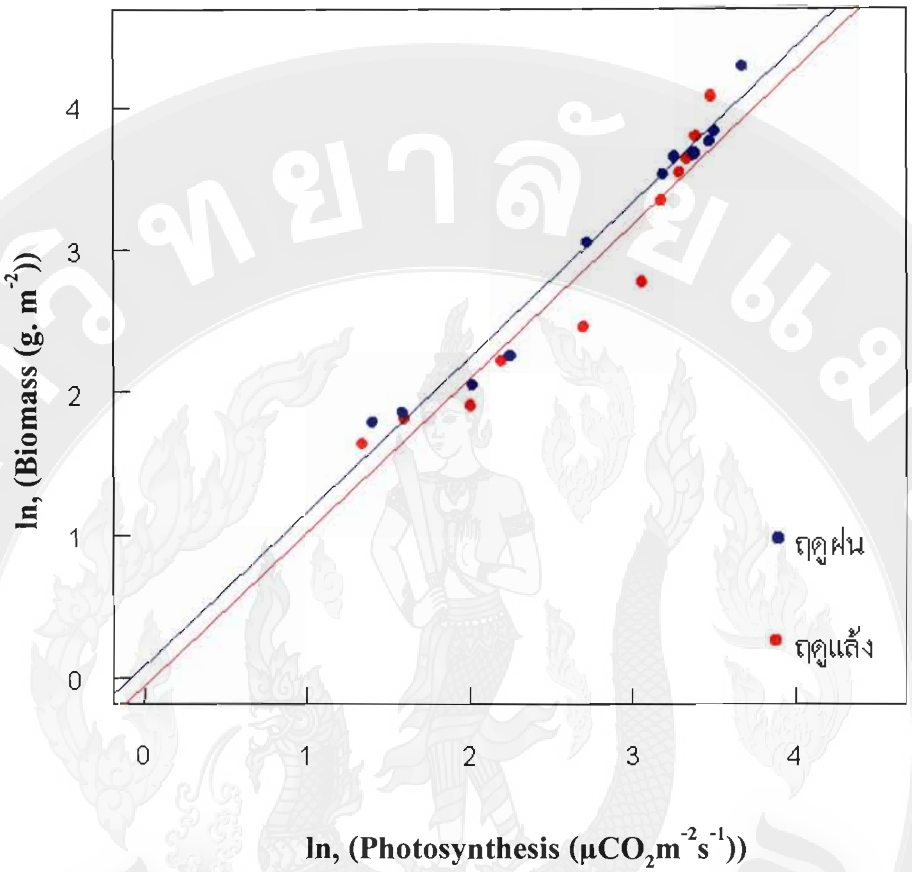
ฤดูแล้ง ($y=1.8316(x)^{0.8809}$, $F=557.6$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9116$)



ภาพ 2 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน ปี 2552



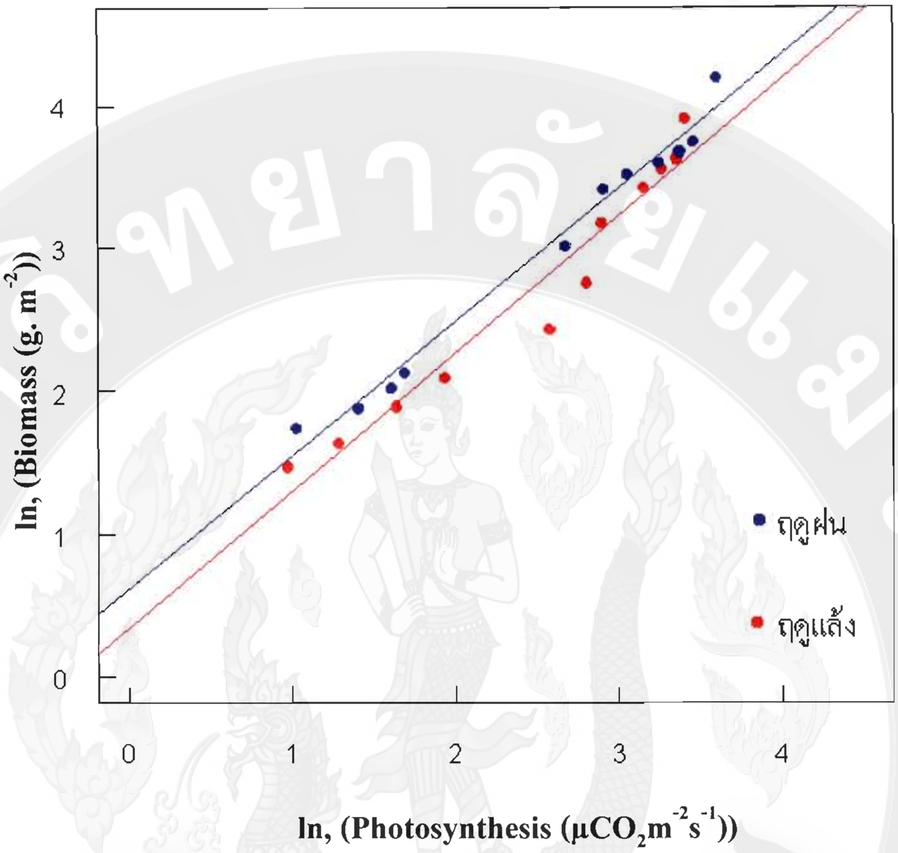
ภาพ 3 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง ปี 2553



ภาพ 4 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=1.0786(x)^{1.0807}$, $F=323.1$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9101$)

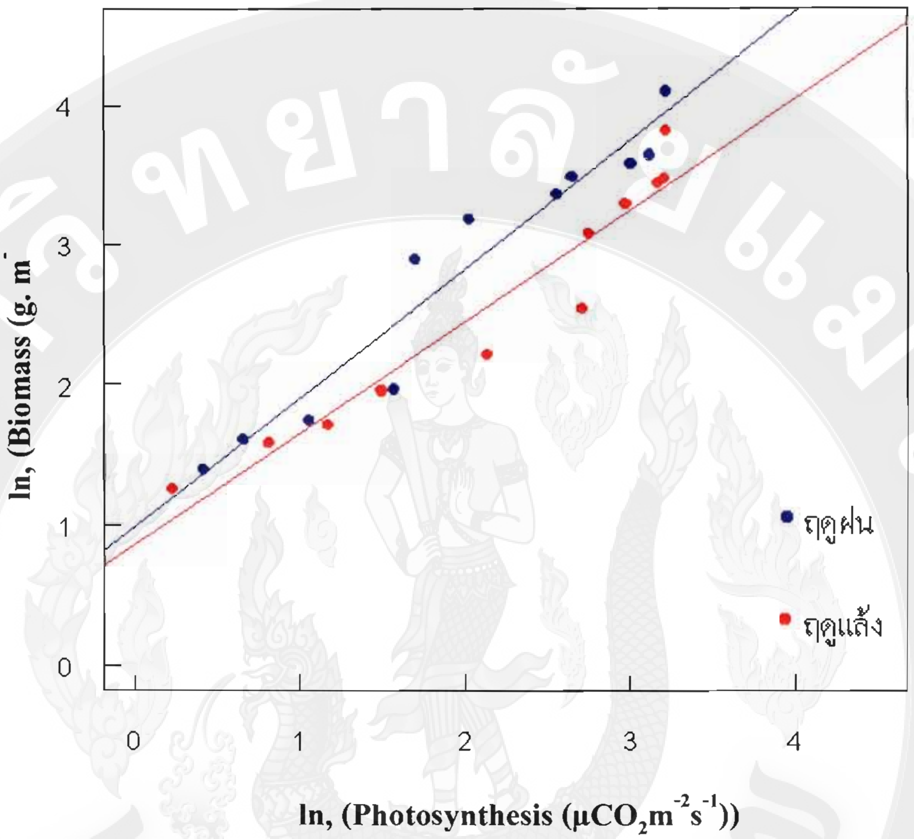
ฤดูแล้ง ($y=0.9427(x)^{1.0765}$, $F=91.14$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9116$)



ภาพ 5 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ No.75 ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=1.8362(x)^{0.9346}$, $F=542.4$, $p<0.001$, adj. $r^2= 0.9837$)

ฤดูแล้ง ($y=1.3977(x)^{0.9619}$, $F=165.5$, $p<0.001$, adj. $r^2= 0.9484$)

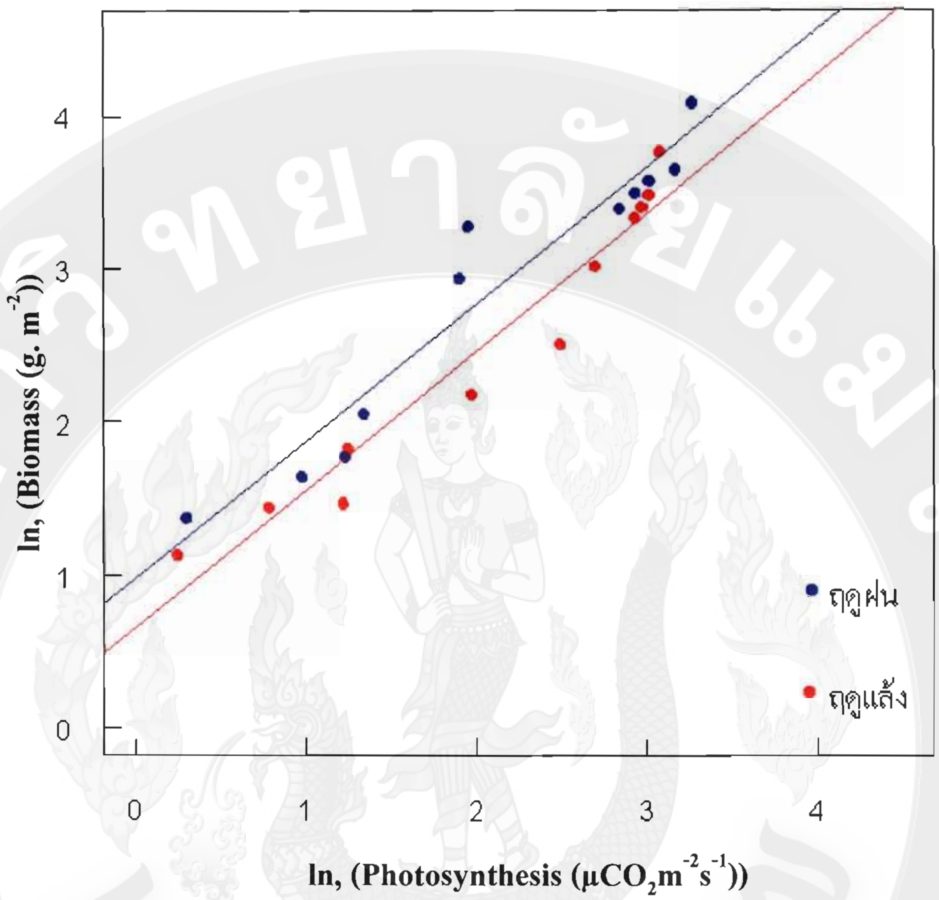


ภาพ 6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ 16 Sweet ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=2.6669(x)^{0.9187}$, $F=127.9$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9270$)

ฤดูแล้ง ($y=2.3593(x)^{0.7921}$, $F=113.1$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9181$)

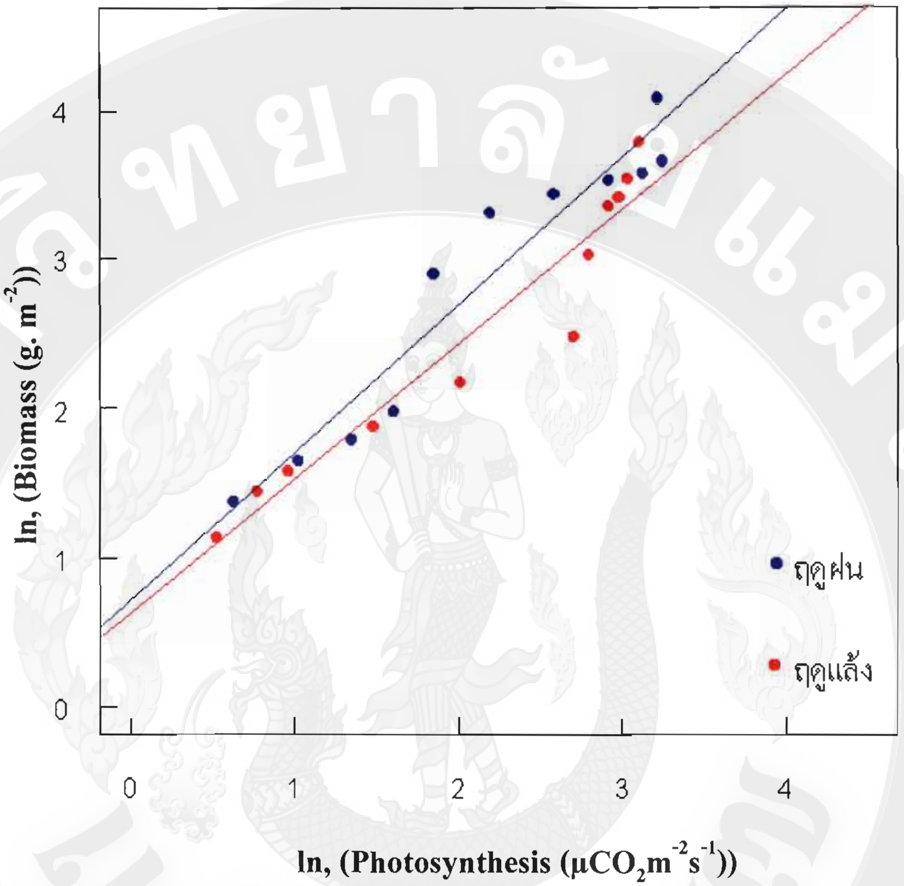
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY



ภาพ 7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=2.6674(x)^{0.8927}$, $F=120.9$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9230$)

ฤดูแล้ง ($y=1.9165(x)^{0.9008}$, $F=148.3$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9364$)



ภาพ 8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (logarithm, ln) ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังสมการ

ฤดูฝน ($y=2.0499(x)^{0.9859}$, $F=113.9$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9186$)

ฤดูแล้ง ($y=1.8666(x)^{0.9007}$, $F=113.7$, $p<0.001$, adj. $r^2=0.9185$)

ตาราง 14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของรูปสมการแบบยกกำลัง (Power function) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่เพาะปลูกใน 2 ฤดูกาล

Season	Biomass ln (y)	Photosynthesis ln (x)	a	slope (b) b	r	r-square	Adj. r-square	F-cal	P-value	Colour of line	Model
Rain	All varieties	All varieties	2.3376	0.8925	0.9659	0.9062	0.9045	512.2	<2.2E-16	Blue	$y=a x^b$
Dry	All varieties	All varieties	1.8316	0.8809	0.9543	0.9132	0.9116	557.6	<2.2E-16	Red	$y=a x^b$
Rain	AGS 292	AGS 292	1.0788	1.0806	0.9724	0.9729	0.9699	323.1	2.32E-08	Blue	$y=a x^b$
Dry	AGS 292	AGS 292	0.9427	1.0765	0.9368	0.9101	0.9001	91.14	5.26E-06	Red	$y=a x^b$
Rain	No.75	No.75	1.8362	0.9345	0.9741	0.9837	0.9819	542.4	2.36E-09	Blue	$y=a x^b$
Dry	No.75	No.75	1.3977	0.9616	0.9673	0.9484	0.9427	165.5	4.25E-07	Red	$y=a x^b$
Rain	16 sweet	16 sweet	2.6669	0.9187	0.9514	0.9343	0.927	127.9	1.27E-06	Blue	$y=a x^b$
Dry	16 sweet	16 sweet	2.3594	0.7920	0.9485	0.9263	0.9181	113.1	2.14E-06	Red	$y=a x^b$
Rain	MJ 0101-4-6	MJ 0101-4-6	2.6674	0.8926	0.9452	0.9307	0.923	120.9	1.61E-06	Blue	$y=a x^b$
Dry	MJ 0101-4-6	MJ 0101-4-6	1.9165	0.9007	0.9621	0.9428	0.9364	148.3	6.79E-07	Red	$y=a x^b$
Rain	MJ 0108-11-5	MJ 0108-11-5	2.0499	0.9858	0.9254	0.9268	0.9186	113.9	2.08E-06	Blue	$y=a x^b$
Dry	MJ 0108-11-5	MJ 0108-11-5	1.8666	0.9006	0.9365	0.9266	0.9185	113.7	2.09E-06	Red	$y=a x^b$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis) เพื่อศึกษาอิทธิพลของฤดูปลูกและพันธุ์ต่อลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะทางการเกษตรถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ใน 2 ฤดูปลูก จำเป็นจะต้องทดสอบความเป็นเอกภาพ (homogeneity of variance) ของความแปรปรวนรวมในลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด โดยวิธีของ Barlett's test ซึ่งพบว่า ความสูงของต้น จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อไร่ น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ รวมถึงน้ำหนักแห้งของต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ และจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม โดยมีค่า Chi-square ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าจากตารางที่ระดับความน่าจะเป็น ($P<0.01$) แสดงว่าความแปรปรวนของแต่ละฤดู มีความเป็นเอกภาพ ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลของลักษณะทางการเกษตรทั้ง 2 ฤดูปลูกมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. อิทธิพลของฤดูปลูกต่อลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด

1.1 ความสูงของต้น

ผลการทดลองพบว่า ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีความสูงของต้นเท่ากับ 29.93 เซนติเมตร ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีความสูงของต้นเพียง 26.27 เซนติเมตร

1.2 จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเท่ากับ 12.6 ฝัก ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเพียง 9.6 ฝัก

1.3 น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเท่ากับ 18.04 กรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเพียง 17.35 กรัม

1.4 น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรของถั่วเหลืองฝักสดจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลือง

ฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเท่ากับ 0.180 กิโลกรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเพียง 0.168 กิโลกรัม

1.5 น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เท่ากับ 144 กิโลกรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เพียง 121.55 กิโลกรัม

1.6 น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เท่ากับ 51.89 กิโลกรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เพียง 39.33 กิโลกรัม

1.7 น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เท่ากับ 92.06 กิโลกรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เพียง 82.22 กิโลกรัม

1.8 จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 15) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้งปี 2553 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเท่ากับ 198.11 ฝัก ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อปลูกในฤดูฝนปี 2552 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเพียง 191.27 ฝัก

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของฤดูปลูก คือฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้ง ปี 2553 ต่อค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์

ฤดูปลูก	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น	น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อต้น (กิโลกรัม)	น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อ ตรม.(กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม
ฤดูฝน 2552	29.93 a	12.58 a	18.04 a	0.180 a	144.0 a	51.89 a	92.06 a	191.27 b
ฤดูแล้ง 2553	26.27 b	9.58 b	17.35 b	0.168 b	121.55 b	39.33 b	82.22 b	198.11 a
Mean	28.1	11.08	17.69	0.174	132.78	45.61	87.14	194.69
F-test	**	**	*	**	**	**	**	**
CV (%)	3.19	12.76	2.83	2.95	3.51	6.68	4.02	1.99

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

2. อิทธิพลของพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดต่อลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด

อิทธิพลของพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ทั้ง 2 ฤดูปลูกต่อความสูงของต้น จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อไร่ น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ และจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) ดังนี้ (ตาราง 16)

2.1 ความสูงของต้น

ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีความสูงของต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 29.99 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีความสูงของต้นเฉลี่ยเท่ากับ 29.23 28.55 และ 26.99 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 16 sweet มีความสูงของต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 25.67 เซนติเมตร

2.2 จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 12.8 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 11.76 10.71 และ 10.15 ฝัก ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 9.92 ฝัก

2.3 น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 20.36 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 18.82 17.03 และ 16.82 กรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 15.43 กรัม

2.4 น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

(ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.202 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเฉลี่ยเท่ากับ 0.188 0.163 และ 0.161 กิโลกรัม ส่วนสายพันธุ์ 16 sweet มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.157 กิโลกรัม

2.5 น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 162.08 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 145.54 122.32 และ 117.1 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 116.86 กิโลกรัม

2.6 น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 59.91 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 46.33 41.96 และ 40.15 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 39.71 กิโลกรัม

2.7 น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 102.17 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 99.07 80.37 และ 77.39 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่เฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 76.71 กิโลกรัม

2.8 จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ในสองฤดูปลูกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) (ตาราง 16) สายพันธุ์ 16 sweet มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 182.62 ฝัก (จำนวนฝักมาตรฐานคือ 175 ฝักต่อ 0.5 กิโลกรัม)รองลงมาคือ สายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยเท่ากับ 188.35 195.47 และ 203.02 ฝัก ส่วนถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 203.9 ฝัก เพราะมีขนาดฝักเล็กกว่าพันธุ์อื่น

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ต่อค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรใน 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนปี 2552 และ ฤดูแล้ง ปี 2553

สายพันธุ์	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น	น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตรม. (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม
AGS 292	29.99 a	12.86 a	20.36 a	0.202 a	162.08 a	59.91 a	102.17 a	188.35 c
No.75	29.28 a	11.76 ab	18.82 b	0.188 b	145.54 b	46.33 b	99.07 a	195.47 b
16 Sweet	25.67 c	10.15 c	15.43 d	0.157 c	122.32 c	41.96 bc	80.37 b	182.75 d
MJ 0101-4-6	26.99 bc	9.92 c	16.82 c	0.161 c	117.10 c	39.71 c	77.39 b	203.87 a
MJ 0108-11-5	28.55 ab	10.71 bc	17.03 c	0.163 c	116.86 c	40.15 c	76.71 b	203.02 a
Mean	28.10	11.08	17.69	0.174	132.78	45.61	87.14	194.69
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	3.19	12.76	2.83	2.95	3.51	6.68	4.02	1.99

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยใน column เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบด้วยวิธี Least significant different (LSD)

Ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** คือ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

3. ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด

จากการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ พบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักแห้งต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ และจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังนี้ (ตารางที่ 17)

3.1 จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 17) โดยสายพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นสูงกว่าในฤดูแล้ง สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานสูงเท่ากับ 13.31 และ13.13 ฝัก รองลงมาคือ สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet เท่ากับ 12.83 11.92 และ 11.92 ฝัก ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูแล้งก็มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นสูงเท่ากับ 12.54 และ 10.43 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ 16 sweet และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 8.74 8.41 และ 7.93 ฝัก ตามลำดับ

3.2 น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 17) โดยพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรสูงกว่าในฤดูแล้ง สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรสูงเท่ากับ 0.212 และ 0.195 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet เท่ากับ 0.170 0.169 และ 0.155 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูแล้งก็มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตรสูงเท่ากับ 0.192 และ 0.181 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 16 sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 0.160 0.156 และ 0.152 กิโลกรัม ตามลำดับ

3.3 น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 17) โดยพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่สูงกว่าในฤดูแล้ง สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสด

ทั้งหมดต่อไร่สูงเท่ากับ 173.54 และ 156.02 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet เท่ากับ 133.94 130.47 และ 126.03 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูแล้งก็มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่สูงเท่ากับ 150.61 และ 135.05 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 16 sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 118.62 103.24 และ 100.25 กิโลกรัม ตามลำดับ

3.4 น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 17) โดยพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่สูงกว่าในฤดูแล้ง สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูฝน มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่สูงเท่ากับ 105.36 และ102.37 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ 16 sweet เท่ากับ 87.76 84.77 และ 80.02 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ AGS 292 และสายพันธุ์ No.75 เมื่อปลูกในฤดูแล้งก็มีน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่สูงเท่ากับ 98.98 และ 95.77 กิโลกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 16 sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 80.71 68.65 และ 67.01 กิโลกรัม ตามลำดับ

3.5 จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม

ผลการทดลองพบว่า จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 17) โดยพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมน้อยกว่าในฤดูแล้ง แสดงว่าขนาดฝักในฤดูฝนมีขนาดใหญ่กว่าในฤดูแล้ง โดยสายพันธุ์ 16 sweet เมื่อปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมดีที่สุดเท่ากับ 179.30 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 เท่ากับ 185.33 192.70 198.70 และ 200.33 ฝัก ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ 16 sweet เมื่อปลูกในฤดูแล้งก็มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม ดีที่สุดเท่ากับ 186.20 ฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 เท่ากับ 191.37 198.23 205.70 และ 209.03 ฝัก ตามลำดับ

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปฏิสัมพันธ์ของฤดูปลูก 2 ฤดู กับถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ต่อค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้ง ปี 2553

ฤดูปลูก	Entry No.	สายพันธุ์	จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น	น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตารางเมตร (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้งต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ (กิโลกรัม)	จำนวนฝักมาตรฐาน ต่อ 0.5 กิโลกรัม
ฤดูฝน 2552	1	AGS 292	13.31 a	0.21 a	173.54 a	105.36 a	185.33 bc
	2	No.75	13.13 a	0.20 b	156.02 b	102.37 ab	192.70 b
	3	16 Sweet	11.92 ab	0.16 e	126.03 cd	80.02 d	179.30 c
	4	MJ 0101-4-6	11.92 ab	0.17d	133.94 c	87.76 cd	198.70 a
	5	MJ 0108-11-5	12.83 a	0.17 cd	130.47 c	84.77 d	200.33 a
	Mean		12.62	0.18	144.0	92.06	191.27
ฤดูแล้ง 2553	1	AGS 292	12.54 a	0.19 b	150.61 b	98.98 ab	191.37 cd
	2	No.75	10.43 b	0.18 c	135.05 c	95.77 bc	198.23 bc
	3	16 Sweet	8.41 c	0.16 de	118.62 d	80.71 d	186.20 d
	4	MJ 0101-4-6	7.93 c	0.15 e	100.25 e	67.01 e	209.03 a
	5	MJ 0108-11-5	8.74 c	0.16 e	103.24 e	68.65 e	205.70 ab
	Mean		9.61	0.17	121.55	82.22	198.11
	F-test		*	*	*	*	*
	CV (%)		8.54	3.72	4.76	6.19	1.51

ลักษณะสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไประหว่างการทดลอง 2 ฤดูกาล

1. สภาพอากาศในฤดูฝน ปี 2552 (เดือนตุลาคม 2552-เดือนมกราคม 2553)

สภาพอากาศในระหว่างการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝน ในช่วงแรกของการปลูก (เดือนตุลาคม) มีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 32.8 องศาเซลเซียส และ 23.7 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 93.1 เปอร์เซ็นต์ และ 57 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 6.8 ชั่วโมง และมีปริมาณน้ำฝน รวม 223.4 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 14 วัน ในช่วงเดือนที่สอง (พฤศจิกายน) ของการปลูก ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดอยู่ในระยะ vegetative growth stages พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส และ 20.1 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 89.1 เปอร์เซ็นต์ และ 44.3 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 8.8 ชั่วโมง ในช่วงเดือนที่สามของการปลูก (เดือนธันวาคม) ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดอยู่ในระยะ reproductive growth stages พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 29.9 องศาเซลเซียส และ 16.6 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 92.6 เปอร์เซ็นต์ และ 41.5 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 8.7 ชั่วโมง และมีปริมาณน้ำฝนรวม 7.5 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 2 วัน ช่วงเดือนที่สี่ (มกราคม 2553) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ถั่วเหลืองฝักสดทุกพันธุ์เข้าสู่ระยะสุกแก่ (R8) พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส และ 18.4 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์และ 42.2 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 8.5 ชั่วโมง และมีปริมาณน้ำฝน 21.4 มิลลิเมตร และมีจำนวนฝนตก 3 วัน (ตาราง 18)

2. สภาพอากาศในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2553 (เดือนมกราคม-เดือนเมษายน 2553)

สภาพอากาศในระหว่างการทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสดฤดูแล้ง ในช่วงแรกของการปลูก (มกราคมปี 2553) มีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส และ 18.4 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์ และ 42.2 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 8.5 ชั่วโมง ในช่วงเดือนที่สอง (กุมภาพันธ์ ปี 2553) ของการปลูก ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดอยู่ในระยะ vegetative growth stages พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 34.2 องศาเซลเซียส และ 16 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 83.3 เปอร์เซ็นต์และ 24.5 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 9.8 ชั่วโมง ในช่วงเดือนที่สาม (มีนาคม ปี 2553) ของการปลูก ถั่วเหลืองฝักสดจะอยู่ในระยะ reproductive growth stages พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 35.8 องศาเซลเซียส และ 20.8 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 78.1 เปอร์เซ็นต์ และ 30.6 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 9.1 ชั่วโมง และมีปริมาณน้ำฝนรวม 4.3 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 2 วัน ช่วงเดือนที่สี่ (เมษายน

2553) ซึ่งจะเป็นระยะเวลาที่ถั่วเหลืองฝักสดทุกพันธุ์เข้าสู่ระยะสุกแก่ (R8) พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 39.1 องศาเซลเซียส และ 24.8 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดถึงต่ำสุดเฉลี่ย 70.9 เปอร์เซ็นต์และ 26.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาของแสงแดดเฉลี่ย 9.2 ชั่วโมง และมีปริมาณน้ำฝน 3.9 มิลลิเมตร และมีจำนวนฝนตก 2 วัน (ตาราง 18)

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงถั่วเหลืองฝักสด ภาควิชาพืชไร่

จากค่ามาตรฐานของคุณสมบัติของดินในการเพาะปลูกพืช คือ ดินควรมีระดับ pH 5.5-6.5 มีปริมาณอินทรียวัตถุ มากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัส (P) 35-60 ppm โพแทสเซียม (K) 100-200 ppm แคลเซียม (Ca) 800-1500 ppm แมกนีเซียม (Mg) 250-450 ppm สังกะสี (Zn) 3-15 ppm แมงกานีส (Mn) 20-60 ppm เหล็ก (Fe) 60-70 ppm และทองแดง (Cu) 3-5 ppm (ตาราง 19)

ผลการทดลอง พบว่า

1. ที่ระดับความลึกของดิน 0-15 เซนติเมตร ดินมีระดับpH 7.33 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.64 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัส (P) 77.25 ppm โพแทสเซียม (K) 51 ppm แคลเซียม (Ca) 980 ppm แมกนีเซียม (Mg) 86 ppm สังกะสี (Zn) 0.54 ppm แมงกานีส (Mn) 17.99 ppm เหล็ก (Fe) 37.34 ppm และทองแดง (Cu) 1.84 ppm (ตาราง 19)

2. ที่ระดับความลึกของดิน 15-30 เซนติเมตร ดินมีระดับpH 7.58 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.76 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัส (P) 203 ppm โพแทสเซียม (K) 60 ppm แคลเซียม (Ca) 884 ppm แมกนีเซียม (Mg) 76 ppm สังกะสี (Zn) 0.52 ppm แมงกานีส (Mn) 17.25 ppm เหล็ก (Fe) 32.36 ppm และทองแดง (Cu) 1.59 ppm (ตาราง 19)

ตาราง 18 สภาพอากาศระหว่างการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน 2552-ฤดูแล้ง ปี 2553

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)			ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ปริมาณแสงแดด (ชั่วโมงต่อวัน)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย			
ฤดูฝน									
ตุลาคม 2552	32.8	23.7	27.4	93.1	57.0	78.3	223.4	14	6.8
พฤศจิกายน 2552	31.3	20.0	25.1	89.1	44.3	68.7	0.0	0	8.9
ธันวาคม 2552	28.9	16.6	22.5	92.6	41.5	70.8	7.5	2	8.7
มกราคม 2553	31.3	18.4	24.2	90.0	42.2	68.6	21.7	3	8.5
ฤดูแล้ง									
มกราคม 2553	31.3	18.4	24.2	90.0	42.2	68.6	21.7	3	8.5
กุมภาพันธ์ 2553	34.2	16.0	24.5	83.3	24.5	54.5	0.0	0	9.8
มีนาคม 2553	35.8	20.8	27.8	78.1	30.6	53.8	4.3	2	9.1
เมษายน 2553	39.8	24.8	31.6	70.9	26.5	47.8	3.9	2	9.2

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2553

MAEJO UNIVERSITY

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงทดลองการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่ (B1)

ตัวอย่างดิน ที่ทำการทดลอง	กรด-ด่าง (pH)	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)	แมกนีเซียม (ppm)	สังกะสี (ppm)	แมงกานีส (ppm)	เหล็ก (ppm)	ทองแดง (ppm)
ค่ามาตรฐาน	5.5-6.5	มากกว่า 1.5	35-60	100-120	800-1500	250-450	3-15	20-60	60-70	3-5
ความลึก 0-15 เซนติเมตร	7.33	0.64	77.25	51	980	86	0.54	17.99	37.34	1.84
ความลึก 15-30 เซนติเมตร	7.58	0.76	203	60	884	76	0.52	17.25	32.36	1.59

ที่มา : วราภรณ์, 2549

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน 5 สายพันธุ์ 2 ฤดูกาลปลูก ได้แก่ ฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้งปี 2553 ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝนปี 2552 มีค่าอยู่ระหว่าง 24.2 ถึง 27.4 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้งปี 2553 มีค่าอยู่ระหว่าง 24.25 ถึง 31.6 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับ Howell (1960) รายงานว่าถั่วเหลืองจะเจริญเติบโตได้ที่ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 37.7 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักลง อุณหภูมิเฉลี่ยฤดูแล้งสูงกว่าฤดูฝนจึงทำให้ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีการเจริญและพัฒนาการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในฤดูฝนได้ดีกว่าในฤดูแล้ง ทางด้านความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนปี 2552 พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ระหว่าง 90 ถึง 93.1 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดอยู่ระหว่าง 68.6 ถึง 78.3 เปอร์เซ็นต์ โดยความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงในช่วงการเจริญเติบโตจนถึงช่วงระยะการเก็บเกี่ยว เนื่องจากมีฝนตกในช่วงเดือนตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนสุทธิสูงที่สุดคือ 223.4 มิลลิเมตร ทำให้ต้นถั่วเหลืองฝักสดได้รับน้ำและธาตุอาหารอย่างเต็มที่ ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดอยู่ในช่วงของการพัฒนาการเจริญเติบโตทางด้านใบและลำต้นส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดมากกว่าฤดูแล้ง ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูแล้งปี 2553 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ระหว่าง 70.9 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดอยู่ระหว่าง 47.8 ถึง 68.6 เปอร์เซ็นต์ โดยความชื้นสัมพัทธ์จะสูงในช่วงปลูก และจะค่อยลดต่ำลงในช่วงการเก็บเกี่ยว ทางด้านปริมาณน้ำฝนในฤดูแล้ง 2553 พบว่า ตลอดช่วงฤดูกาลปลูกมีปริมาณน้ำฝนสุทธิ 29.9 มิลลิเมตร โดยจะมีฝนตกในช่วงต้นเดือนมกราคมและมีปริมาณน้ำฝนสุทธิน้อยกว่าปริมาณน้ำฝนในฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสุทธิตลอดช่วงการปลูกจนถึงช่วงการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 252.6 มิลลิเมตร จึงเหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสดที่อยู่ในช่วงการพัฒนาของเมล็ด ส่งผลให้เมล็ดมีน้ำหนักมากกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของฤดูปลูกมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพตลอดจนองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในระดับความลึกที่ 15-30 เซนติเมตร (วราภรณ์, 2549) ซึ่งเป็นระดับการเจริญเติบโตของรากถั่วเหลืองฝักสดพบว่าดินค่อนข้างจะมีค่าเป็นด่างและมีปริมาณอินทรียวัตถุที่ต่ำ แม้ว่ามีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เพียงพอแต่ไม่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากการที่

ธาตุฟอสฟอรัสไปรวมตัวธาตุกับแคลเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแมกนีเซียมที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด และธาตุโปแตสเซียม ที่มีส่วนสำคัญในกระบวนการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ (Photosynthate) ก็มีปริมาณน้อยรวมถึงปริมาณธาตุอาหารรองคือ สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง ก็มีปริมาณที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานส่งผลให้ถั่วเหลืองฝักสดไม่ได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ ไม่ต้านทานต่อโรคหรือแมลงศัตรูพืช และให้ผลผลิตต่ำ จึงควรจะมีการแก้ไขโดยการปรับสภาพดินให้มีอินทรียวัตถุมากขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสด (กรมวิชาการเกษตร, 2545) แนะนำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดตามระบบการทำการเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ในดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ให้หว่านปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1,500 ถึง 2,000 กิโลกรัมต่อไร่แล้วพรวนกลบ โดยทดลองกับ 2 สายพันธุ์คือ AGS 292 สามารถให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐานเฉลี่ย 800 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์นัมเบอร์ 75 สามารถให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐานเฉลี่ย 750 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่, 2548) ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดอินทรีย์ในระบบปลูกพืชในสภาพนา โดยจะให้ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด 284 ถึง 349 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่หรือใส่จุลินทรีย์ไรโซเบียม จะให้ผลผลิตฝักสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยคอก และในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสด ให้ทำการไถพรวนดินกลบต้นถั่วเหลืองฝักสดเพื่อบำรุงดินในลักษณะของปุ๋ยพืชสด จะช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดินและเพิ่มอินทรียวัตถุให้มากขึ้น

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกสองฤดูกาล คือฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่า ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งสองฤดูกาลปลูก โดยการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะ V1 ตลอดจนสูงสุดในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ ที่ระยะ R5 แต่ในระยะ R6 ถึงระยะ R8 แม้ว่าจะมีการสังเคราะห์แสงแต่ก็มีการสร้างมวลชีวภาพที่ลดลง เนื่องจากเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของถั่วเหลืองฝักสด จึงไม่ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ ซึ่งจากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพสองฤดูกาลปลูกพบว่า ในฤดูฝนจะมีค่ามากกว่าถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝนดีกว่าสภาพแวดล้อมของการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 ในฤดูฝนมีการเจริญเติบโตเร็วที่สุดและมีการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต และมี

ประสิทธิภาพในการสร้างมวลชีวภาพมากกว่าฤดูแล้ง ทำให้สร้างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตได้มากกว่าในฤดูแล้ง โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น จึงมีพลวัตในการเจริญเติบโตที่เร็ว สอดคล้องกับ เฉลิมพล (2542) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของพืชในช่วง Exponential phase เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า แต่ในพืชอายุสั้นจะมีการเจริญในช่วงนี้ไม่เกิน 1 ถึง 3 สัปดาห์ และเป็นระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น V1 ถึง V4 เป็นช่วงที่ถั่วเหลืองฝักสดมีการสร้าง สารสังเคราะห์ที่ source อย่างรวดเร็ว และปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่สารสังเคราะห์จาก Source ไปสู่ Sink จะเป็นปัจจัยที่กำหนดผลผลิตของพืช (เฉลิมพล, 2542) ซึ่งในช่วงการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นระยะ V4 จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ R5 พบว่า สายพันธุ์ AGS 292 มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีลักษณะสหสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear phase) สอดคล้องกับ จักรี (2539) กล่าวว่า ระยะการเจริญเติบโตที่เป็นแบบเส้นตรง หรือ Linear phase เป็นระยะที่พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด มีพื้นที่ใบมากที่สุด ซึ่งจะมีการเจริญที่รวดเร็ว มีการสร้างสารสังเคราะห์สูงที่สุด มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด และมีความสามารถถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปยังส่วนที่จะสร้างผลผลิตได้มากที่สุด และอัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับการรับแสงของทรงพุ่มและดัชนีพื้นที่ใบ โดยพบว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ของการรับแสงมีอิทธิพลจากความหนาแน่นของต้นพืชรวมถึงสภาพอากาศ (Shibles and Weber, 1966) และในช่วงระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) ตั้งแต่ R6 จนถึง R8 พบว่าการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์มีค่าลดลง เพราะประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบลดลงนั่นเอง ส่วนการสะสมมวลชีวภาพลดลงเพียงเล็กน้อยจากระยะ R6 ถึง R7 และคงที่ในระยะสุกแก่ทางสรีระเมล็ด ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ มีจำนวนฝัก 95 เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่ระยะ R7 ถึง R8

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยในฤดูฝน ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีความสูงมากที่สุด ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ส่วนความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีความสูงของต้นมากที่สุด ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ No.75 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนจะมีความสูงของต้นมากกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง เนื่องจากอิทธิพลของช่วงแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ที่แตกต่างกันในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต สอดคล้องกับ หฤษฎี (2534) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูฝน จะมีลำต้นขนาดใหญ่ และมีการสะสมน้ำหนักแห้งได้มากกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้ง เนื่องจากมีในฤดูฝนมีช่วงแสงที่ยาวกว่าการปลูกถั่ว

เหลืองในฤดูแล้ง ซึ่งมีช่วงแสงสั้น และอุณหภูมิต่ำ ถั่วเหลืองที่ปลูกจะมีลักษณะต้นเตี้ย การสะสมน้ำหนักแห้งน้อย

จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นที่ปลูกในฤดูฝน โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุด ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ No.75 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 ส่วนจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้งพบว่าถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นมากที่สุด ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ No.75 ซึ่งจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝน มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยสูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง สอดคล้องกับ อรุณ (2538) รายงานว่า ฤดูปลูกที่ต่างกัน มีผลทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองที่ปลูกต้นฤดูฝนจะให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตดีที่สุด รองลงมาคือฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน เนื่องจากต้นฤดูฝนมีช่วงแสงที่ยาวกว่าฤดูอื่น ทำให้มีการเจริญเติบโตและสะสมอาหารมากกว่าและสภาพการขาดน้ำของถั่วเหลืองในฤดูแล้งจะมีผลให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากมีจำนวนฝักลดลง (Schcu et al., 1978)

น้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ สูงที่สุดทั้งสองฤดูกาลปลูก แตกต่างกับสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ซึ่งน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ ที่ปลูกในฤดูฝนทั้ง 5 สายพันธุ์ มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่มากกว่าในฤดูแล้ง จึงสอดคล้องกับ อภิพรรณ (2533) รายงานว่า อิทธิพลของฤดูฝน จะทำให้ถั่วเหลืองฝักสดได้รับความชื้นอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และระยะการเจริญเติบโตนี้ จะเป็นระยะสำคัญในการสร้างผลผลิตและลดการแข่งขันกันแย่งอาหารภายในลำต้น

จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม ดีกว่าในฤดูแล้ง โดยสายพันธุ์ 16 sweet เมื่อปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมดีที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ MJ 0108-11-5 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ 16 sweet เมื่อปลูกในฤดูแล้ง ก็มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม ดีที่สุดเช่นกัน รองลงมาคือสายพันธุ์ AGS 292 สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ตามลำดับ แสดงว่าขนาดฝักของถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีขนาดใหญ่กว่าในฤดูแล้ง ซึ่งจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม มีจำนวนมากแสดงว่าฝักมีขนาดเล็ก

น้ำหนักแห้งลำต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักแห้งลำต้นและใบถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมด

ต่อไร่มากกว่าในฤดูแล้ง ส่งผลให้น้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ที่ปลูกในฤดูฝน สูงกว่าน้ำหนักแห้งฝักถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดต่อไร่ที่ปลูกในฤดูแล้ง โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นถั่วเหลืองฝักสดและน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่ สูงที่สุดทั้งสองฤดูกาลปลูก แตกต่างกับสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 จึงเป็นการยืนยันว่า การทิ้งเศษซากต้นถั่วเหลืองฝักสดไว้ในแปลง ย่อมเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุลงไปในดิน ซึ่งส่งผลต่อพืชอื่นที่ปลูกตามมา

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์พบว่า ฤดูปลูกมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ซึ่งแต่ละฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน โดยความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีความสูงมากกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีความสูงมากที่สุดทั้งสองฤดูปลูก ส่งผลให้จำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นดีกว่าในฤดูแล้ง โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นสูงที่สุดทั้งสองฤดูปลูก

จากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และช่วงแสง มีผลต่อการเจริญเติบโตและส่งผลถึงลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่ และน้ำหนักแห้งลำต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเปลี่ยนผันแปรไปตามแต่ละฤดูปลูก การผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝน ปี 2552 จะมีระยะการเจริญเติบโตทางด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญทางด้านแพร่ขยายพันธุ์ที่ยาวนานกว่าการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้งทำให้ได้ผลผลิตที่สูง แต่อย่างไรก็ตามการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดในระยะการเก็บเกี่ยวและการตากลดความชื้นยังเป็นช่วงที่มีฝนตก ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีปริมาณเมล็ดเสียค่อนข้างมาก จึงต้องวางแผนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ในการทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนปี 2552 และฤดูแล้งปี 2553 พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพได้ดีกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับการสร้างมวลชีวภาพในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (ตั้งแต่ระยะ V1 ถึง R5) ของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยการสังเคราะห์แสงในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น และการสร้างมวลชีวภาพมีค่าเพิ่มขึ้น ตลอดจนสูงสุดในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์

อิทธิพลของพันธุกรรมถั่วเหลืองฝักสดที่แตกต่างกัน มีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันตามฤดูกาล จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของสองฤดูกาลปลูก พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูฝนมีการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพที่ดีกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในฤดูแล้ง และมีช่วงระยะการออกดอก (R1) ถึงระยะเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ (R8) ได้ยาวนานกว่าในฤดูแล้ง ส่งผลให้ ความสูง จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งต้นทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักแห้งลำต้นและใบทั้งหมดต่อไร่ และจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม แตกต่างกันโดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีการพัฒนาและการให้องค์ประกอบผลผลิต สูงที่สุดทั้ง 2 ฤดูกาลปลูก รองลงมาคือ สายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 sweet ตามลำดับ

ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝน ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อต้น น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งต้นต่อไร่ น้ำหนักแห้งฝักต่อไร่ และน้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อไร่ สูงที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 สายพันธุ์ MJ 0101-4-6 และสายพันธุ์ 16 Sweet ตามลำดับ

ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อตารางเมตร น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งต้นต่อ

ไร่ น้ำหนักแห้งฝักต่อไร่ และน้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อไร่ สูงที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ No.75 สายพันธุ์ 16 Sweet สายพันธุ์ MJ 0108-11-5 และสายพันธุ์ MJ 0101-4-6 ตามลำดับ

ตาราง 20 แสดงอันดับค่าเฉลี่ย1-5 ของถั่วเหลืองฝักสดแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝนปี 2552

ลักษณะ	**สายพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด**				
อันดับ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
จำนวนกิ่งต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0101-4-6	MJ 0108-11-5	16 Sweet
จำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet	No.75	AGS 292
ความสูงของต้น	AGS 292	MJ 0108-11-5	No.75	MJ 0101-4-6	16 Sweet
ความยาวของฝัก	16 Sweet	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
ความกว้างของฝัก	AGS 292	16 Sweet	MJ 0108-11-5	No.75	MJ 0101-4-6
ความหนาของฝัก	16 Sweet	AGS 292	MJ 0108-11-5	No.75	MJ 0101-4-6
จำนวนฝักต่อตารางเมตร	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	16 Sweet	MJ 0101-4-6
จำนวนฝักต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet
จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet
น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet
น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตารางเมตร	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet
น้ำหนักแห้งต้นต่อไร่	AGS 292	No.75	MJ 0101-4-6	MJ 0108-11-5	16 Sweet
น้ำหนักแห้งฝักต่อไร่	AGS 292	No.75	MJ 0101-4-6	16 Sweet	MJ 0108-11-5
น้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อไร่	AGS 292	No.75	MJ 0101-4-6	MJ 0108-11-5	16 Sweet
จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 0.5 กก.	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	No.75	AGS 292	16 Sweet

ตาราง 21 แสดงอันดับค่าเฉลี่ย1-5 ของถั่วเหลืองฝักสดแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งปี 2553

ลักษณะ	สายพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด				
อันดับ	1	2	3	4	5
จำนวนกิ่งต่อต้น	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
จำนวนวันที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet	No.75	AGS 292
ความสูงของต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	16 Sweet	MJ 0101-4-6
ความยาวของฝัก	16 Sweet	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
ความกว้างของฝัก	AGS 292	No.75	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
ความหนาของฝัก	16 Sweet	AGS 292	MJ 0108-11-5	No.75	MJ 0101-4-6
จำนวนฝักต่อตารางเมตร	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
จำนวนฝักต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0101-4-6	MJ 0108-11-5	16 Sweet
จำนวนฝักมาตรฐานต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	16 Sweet	MJ 0101-4-6
น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อต้น	AGS 292	No.75	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6	16 Sweet
น้ำหนักฝักมาตรฐานต่อตารางเมตร	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
น้ำหนักแห้งต้นต่อไร่	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
น้ำหนักแห้งฝักต่อไร่	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
น้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อไร่	AGS 292	No.75	16 Sweet	MJ 0108-11-5	MJ 0101-4-6
จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 0.5 กก.	MJ 0101-4-6	MJ 0108-11-5	No.75	AGS 292	16 Sweet

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสด.** กรุงเทพ: กรมวิชาการเกษตร. 26 น.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. **รายงานสภาพอากาศระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนเมษายน 2553 ของจังหวัดเชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 7 น.

กรุง สีตะธนี และ สิริกุล วะสี. 2534. การปลูกถั่วเหลืองฝักสด. นครปฐม. อ้างโดย วริญฐา วรรณวิไล. 2538. **อิทธิพลของวันปลูกต่อผลผลิต และคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72 น.

จักรี เส้นทอง. 2539. **พลวัตผลผลิตพืช.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 276 น.

จิระเดช แจ่มสว่าง และ วรรณวิไล อินทนู. 2542. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ้างโดย เกศิณี แก้วมาลา. 2551. **ประสิทธิผลของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองในระยะต้นอ่อน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 77 น.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 285 น.

เฉลิมพล แซมเพชร และ มนกฤตย์ บุญยฤทธิ์. 2539. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลือง. น. 185-195. ใน **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2531. พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เล่ม 1. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. อ้างโดย รพีพร ศรีสถิต. 2536. อิทธิพล**ของวันปลูกและระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อผลผลิต และคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 81 น.

นิตย์ ศกุนรักษ์. 2542. **สรีรวิทยาของพืชประยุกต์.** เชียงใหม่. นพบุรีการพิมพ์เชียงใหม่. 237 น.

บัณฑิต สายทอง. 2543. **การคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มศักยภาพในการตรึงไนโตรเจน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 177 น.

บุญฤทธิ์ สินค้างาม. 2542. **บทบาทของเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อหญ้าแฝก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 140 น.

พิมพร โชติญาณวงษ์. 2534. **พันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองบริโภคสด: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องถั่วเหลืองฝักสดที่ YMCA วันที่ 18-24 กุมภาพันธ์ 2534**. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 22 น.

_____________. 2536. พันธุ์ถั่วเหลืองบริโภคสด. น 11-15. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด วันที่ 16-19 สิงหาคม 2536**. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

พิมลรัตน์ ทองรอด. 2534. **การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ฤดูปลูกที่แตกต่างกัน.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 78 น.

_____________. 2541. **พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 220 น.

มานิสา ธีระวัฒน์สกุล, สมชาติ กาญจนจิสงค์ และ จรัญ ปทุมวงศ์. 2530. วัชพืชในถั่วเหลืองและการป้องกันกำจัด. น. 235-241. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด**. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

วราภรณ์ ภูมิพิพัฒน์. 2549. **การศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 11 น.

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2537. **รายงานประจำปี 2537 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่และสถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง**. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

_____________. 2548. **รายงานประจำปี 2548 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่**. เชียงใหม่: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร.

สมพร ทรัพย์สาร. 2534. ถั่วเหลืองฝักสดหรือถั่วแระญี่ปุ่นของเราวันนี้. เคหการเกษตร 15(12): 17-20. อ้างโดย วริษฐา วรรณวิไล. 2538. **อิทธิพลของวันปลูกต่อผลผลิต และคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72 น.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2542. **ผลของการขาดน้ำที่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์**. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 33 น.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. **การตรึงไนโตรเจน ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 252 น.

สาวิตร มีจุ้ย. 2552. การใช้เครื่องมือบันทึกอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช. น.1-3 ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสง วันที่ 12 มีนาคม 2552**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สุมิตรา ปิ่นทองคำ. 2536. การปลูกและการเขตกรรมถั่วเหลืองฝักสด. น 57-64. <u>ใน</u> **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด วันที่ 16-19 สิงหาคม 2536.** เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2526. **สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 2.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เอ็สเสทการพิมพ์. 511 น.

หฤษฎี ภัทรดิลก. 2534. **การพัฒนาการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่ปลูกในวันปลูกและอัตราต่างๆ ในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน.** ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 220 น.

อริยันต์ ลิ้มมณี และ อนุสรณ์ ธาดากิตติสาร. 2532. การทดลองใช้เปอร์ซูท (AC263499) ในการคุมและกำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. น. 59-65. <u>ใน</u> **การแถลงผลงานทางวิชาการกองส่งเสริมพืชพันธุ์ร่วมกับภาคเอกชนประจำปี 2531.** กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

อรุณ น่วมน้อย. 2538. **อิทธิพลของฤดูปลูก และอัตราการปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ภายใต้สภาพแวดล้อมกำแพงแสน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 118 น.

Bergersen, F.J. 1958. The bacterial component of soybean root nodule: Change in respiratory activity, cell dry weight, and nucleic acid content with increasing nodule age. J. Gen. **Microbiol**. 19:312-323.

Bhuvaneswari, T.V., B.G. Turgeon and W.D. Bauer. 1980. Early events in the infection of soybean (Glyeine max L. Merr.) by Rhizobium japonicum. I. Location of infectable root cells. **Plant Physiol**. 66:1027-1031.

Bils, R.F. and R.W. Howell. 1963. Biochemical and cytological changes in developing soybean cotyledon. **Crop Sci**. 3:304-308.

Board, J., E., Harille and A. M. Saxton. 1990. Narrow-Row seed yield enhaneement indeterminate soybean. **Agron J.** 82: 64-68.

Brun, W.A. Assimilation-In Norman, A.G. (ed.) 1978. Soybean physiology, agronomy, and utilization. pp. 45-76. <u>In</u> Guilherme L. **Effect of population densities of *Heterodera glycines* race 3 on leaf area, photosynthesis and yield of soybean**. Piracicaba, Brazil: Fitopatologia Brasileira.

Carlson, J.B. and N.R. Lersten. 1987. Reproductive morphology. pp. 95-134. In B. E. Caldwell (ed.). **Soybeans: Improvement, production, and uses.** 2nd ed. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.

Chapman, S.R. and L.P. Carter. 1976. Soybean. pp. 345-357. In **Crop production: Principles and practices**. San Francisco: Freeman.

Chen, K.F. and Chen, Z.T. 1987. New vegetable soybean cultivar-Kaohsiung Selection#1. pp. 28-31. In Shanmugasundaram .**Vegetable soybean**. Taiwan: Asian vegetable research and development center.

Ciafardini, G. and C. Barbieri. 1987. Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation, and yield. **Agron J.** 79:645-648.

Cox, W.J. Cox and G.D. Jollif. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean cultivars to soil water deficit. **Agron J.** 78 (1986): 226–230.

Donald, C.M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advances in Agronomy** 28:361-407.

Fehr, W.E. and C.E. Caviness. 1979. Stage of soybeandevelopment. อ้างโดย สุพักตร์ ปัญญา. 2540. **ระยะการเจริญของพืชไร่**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Fukui, J. and T. Gotoh. 1962. Varietal difference of the effects of day length and temperature on the development of floral organs in the soybean. I. Developmental stages of floral organs of the soybean. **Jpn. J. Breed.** 12:17-27.

Hanway, J.J. and C.R. Weber. 1971. Accumulation of N, P, and K by soybean (Glycine max (L.) Merrill) plants. **Agron J.** 63: 406-408.

Howell, R.W. 1960. Physiology of soybean. **Adv. Agron.** 12:265-310.

Kamata, E. 1952. Studies on thc development of fruit in soybean. **Crop Sci. Soc. Jpn. Proc.** 20:296-298.

Kato, I., S. Sakaguchi and Y. Naito. 1954. Development of flower parts and seed in soybean plant Glycine max. **Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn. Bull.** 1:96-114.

Lawn, R.J. and J.H. William. 1986. **Food legumes improvement for Asia forming systems. ACIAR workshop, 1-5 September 2986**, Khon Kaen, Thailand.

Lin, F.H. and S.T. Cheng. 2001. Vegetable soybean development for export to Japan: A historical and technical perspective. pp. 87-91. In Lumpkin and Shanmugasundaram (eds). **The Second International Vegetable Soybean Conference**. USA: Washington State University.

Murneek, A.E. and E.T. Gomez. 1936. Influence of length of day photoperiod on development of the soybean plant, Glycine max var. **Biloxi Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull**. 242 :3-28

Ozaki, K., M. Saito and K. Nitta. 1956. Studies on the seed development and germination of soybean plants at various ripening stages. **Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn.** 70:6-14.

Pamplin, R.A. 1963. **The anatomical development of the ovule and seed in the soybean**. Ph. D. Dissertatio. University of Illinois, Urbana.

Rosolem, C.A. 1980. Mineral nutrition and fertilization of soybean. pp.48-461. In Sing, G. **The soybean : Botany, Production and uses.** Cambridge: CABI.

Schcu, J. B., D. L. Jeffers and J. G. Strecter. 1978. Effects of reflectors, block boards, or shades applied at different stage of plant development on yield of soybean. **CropSci**. 18: 29- 34.

Shanmugasundaram S. and M.R. Yan. 2004. Global expansion of high value vegetable soybean. pp. 915-920 In VII **World Soybean Research Conferences and VI International Soybean Processing and Utilization Conference.** Taiwan: Asian vegetable research and development center.

Shibles, R.M. and C.R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. **Crop Sci**. 5:575–578.

Shibles, R.M. and C.R. Weber. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Sci**. 6:55–69.

Suetsugu, I., I. Anaguchi, K. Saito. and S. Kumano. 1962. Development processes of the root and top organs in the soybean varieties. pp. 89-96. In Pigeaire, A., Duthion, C. and Turc, O. Characterization of the final stage in seed abortion in indeterminate soybean, white lupin and pea. **Agronomi.** 6: 371-378.

Whigham, D.K. 1983. Soybean. pp. 205-225. In International Rice Research Institute (ed.). **Potential productivity of field crops under different environments**. Los Banos, Philippines: IRRI.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพผนวกของการทดลอง

แผนผังการสุ่มสิ่งทดลองของการทดลองที่ 1

5 Treatments. 3 Replications.

Rep. 3 (Block 3)	301	302	303	304	305
Tr.	3	4	5	1	2
Rep. 2 (Block 2)	205	204	203	202	201
Tr.	1	4	2	5	3
Rep. 1 (Block 1)	101	102	103	104	105
Tr.	1	2	3	4	5

ภาพผนวก 1 แผนผังแปลงทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ตลอดระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ (ฤดูฝน)

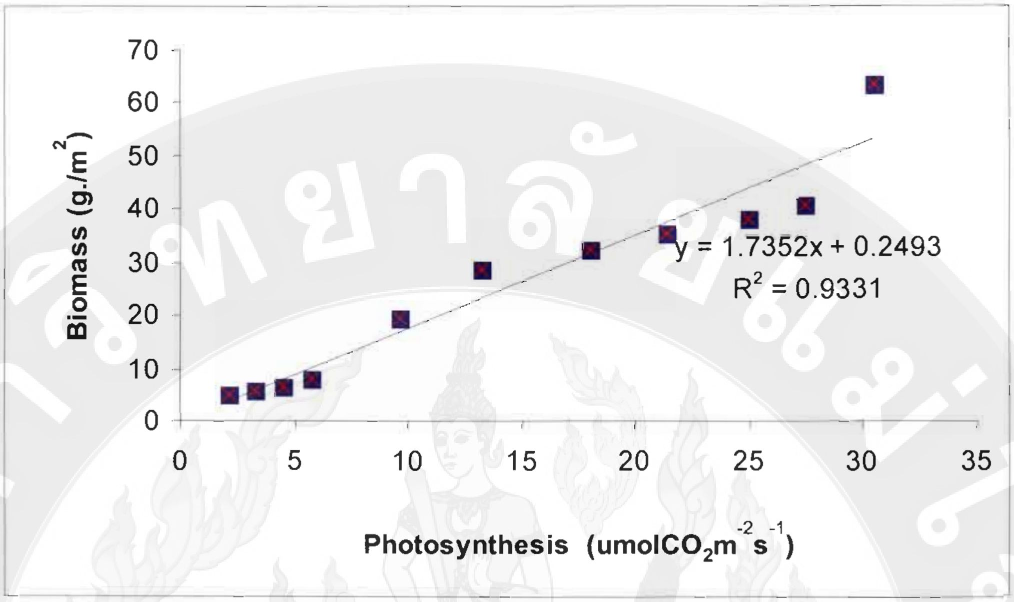
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

แผนผังการสุ่มสิ่งทดลองของการทดลองที่ 2

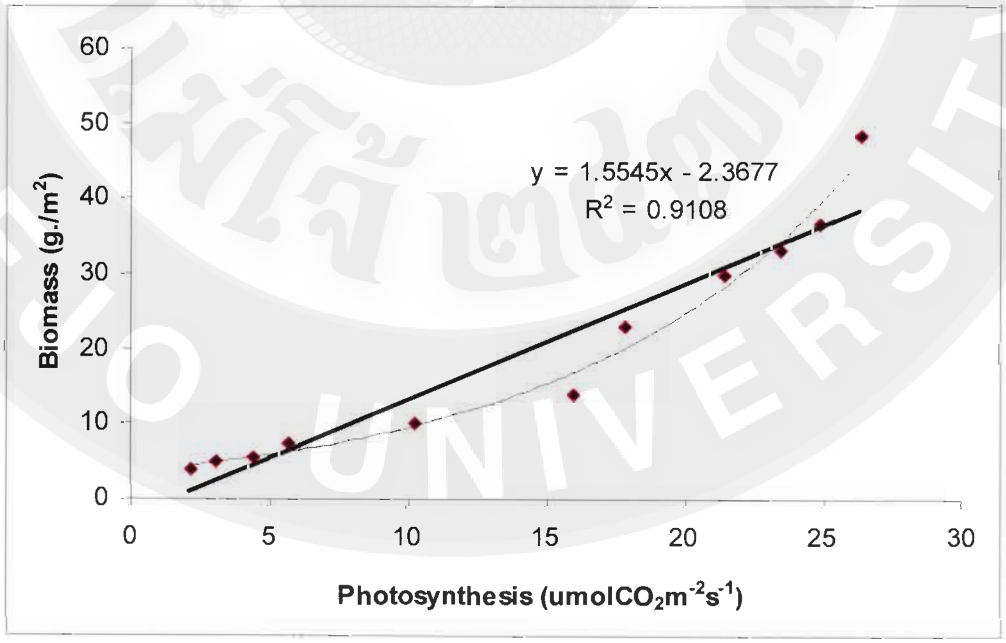
5 Treatments. 3 Replications.

Rep. 3 (Block 3)	301	302	303	304	305
Tr.	3	4	5	1	2
Rep. 2 (Block 2)	205	204	203	202	201
Tr.	1	4	2	5	3
Rep. 1 (Block 1)	101	102	103	104	105
Tr.	1	2	3	4	5

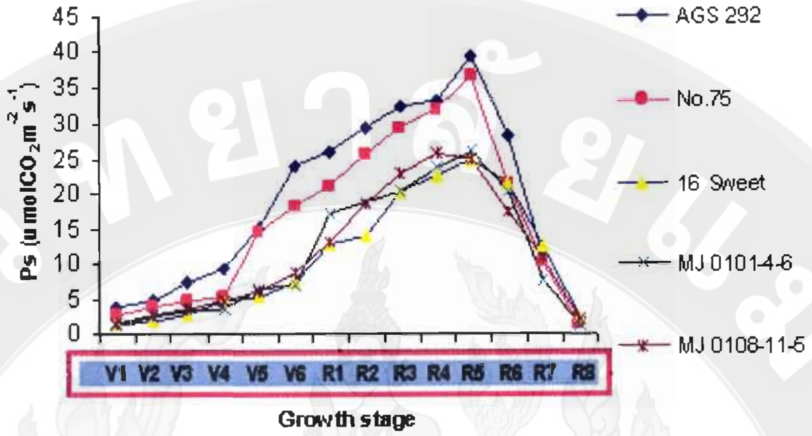
ภาพผนวก 2 แผนผังแปลงทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ตลอดระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ (ฤดูแล้ง)



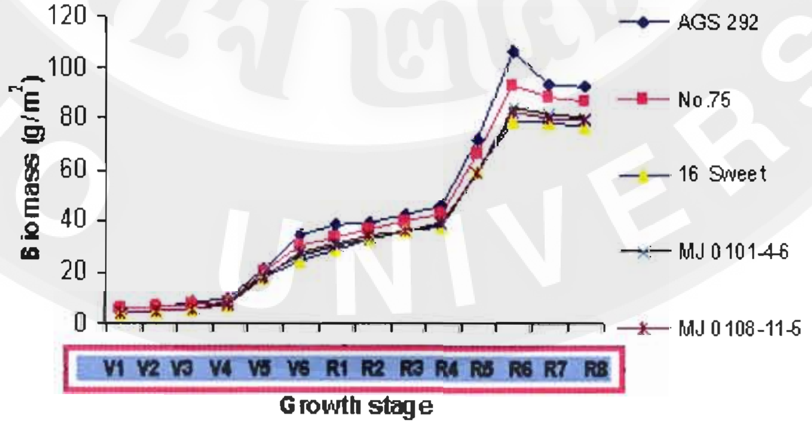
ภาพผนวก 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)



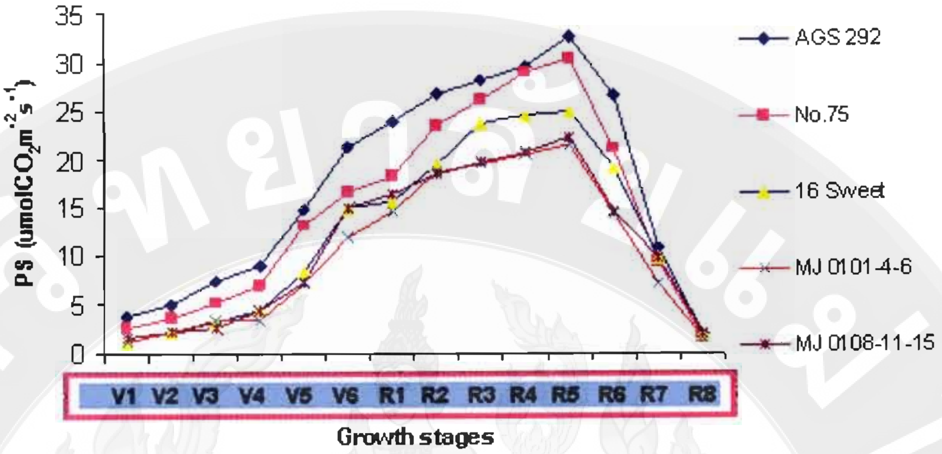
ภาพผนวก 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553 – เมษายน 2553)



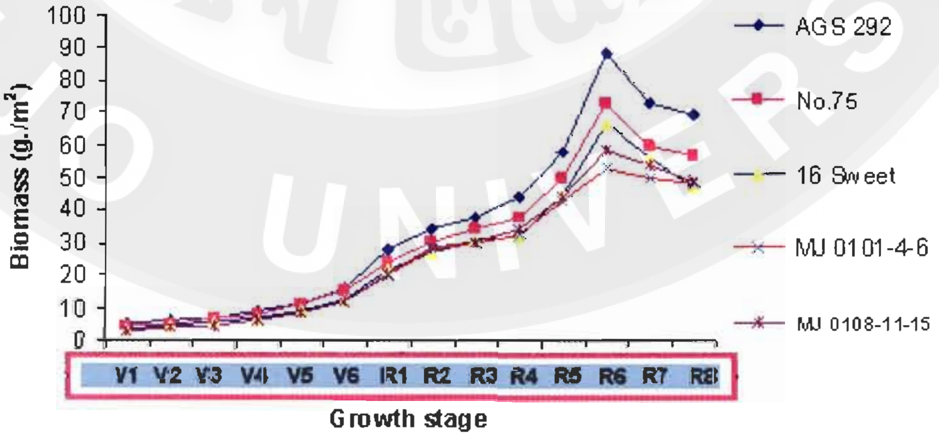
ภาพผนวก 5 แสดงการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)



ภาพผนวก 6 แสดงการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2552-มกราคม 2553)



ภาพผนวก 7 แสดงการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)



ภาพผนวก 8 แสดงการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม 2553-เมษายน 2553)

ภาคผนวก ข
ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติในการทดลอง

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V1 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	12.8197	3.20492	17.04**	0.0006
BL	2	0.7424	0.37118	1.97^{ns}	0.2011
Error	8	1.5049	0.18811		
Corrected Total	14	15.0670			

C.V. = 9.10 %   Mean = 4.764

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V2 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	7.59717	1.89929	7.58**	0.0079
BL	2	0.19529	0.09765	0.39^{ns}	0.6893
Error	8	2.00331	0.25041		
Corrected Total	14	9.79577			

C.V. = 8.77 %   Mean = 5.7087

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V3 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	12.1490	3.03724	5.20*	0.0232
BL	2	1.7050	0.85251	1.46^{ns}	0.2883
Error	8	4.6747	0.58434		
Corrected Total	14	18.5287			

C.V. = 11.57 %   Mean = 6.6073

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V4 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	12.1894	3.04734	10.87**	0.0026
BL	2	0.1773	0.8867	0.32^{ns}	0.7375
Error	8	2.2421	0.28026		
Corrected Total	14	14.6088			

C.V. = 6.57 % Mean = 8.0553

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V5 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	22.7235	5.68088	21.77**	0.0002
BL	2	0.3812	0.19058	0.73^{ns}	0.5113
Error	8	2.0877	0.26096		
Corrected Total	14	25.1924			

C.V. = 2.64 % Mean = 19.320

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V6 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	176.262	44.0655	59.31**	0.0001
BL	2	0.325	0.1625	0.22^{ns}	0.8082
Error	8	5.944	0.7430		
Corrected Total	14	182.531			

C.V. = 3.03 % Mean = 28.462

ตารางผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R1 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	171.504	42.8761	30.00**	0.0001
BL	2	0.538	0.2689	0.19^{ns}	0.8321
Error	8	11.435	1.4293		
Corrected Total	14	183.477			

C.V. = 3.71 % Mean = 32.237

ตารางผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R2 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	96.934	24.2336	22.97**	0.0002
BL	2	5.647	2.8237	2.68^{ns}	0.1289
Error	8	8.442	1.0552		
Corrected Total	14	111.024			

C.V. = 2.93 % Mean = 35.115

ตารางผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R3 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	116.682	29.1704	23.71**	0.0002
BL	2	1.063	0.5313	0.43^{ns}	0.6636
Error	8	9.842	1.2302		
Corrected Total	14	127.586			

C.V. = 2.93 % Mean = 37.855

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R4 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	139.002	34.7506	19.35**	0.0004
BL	2	9.278	4.6391	2.58^{ns}	0.1363
Error	8	14.369	1.7961		
Corrected Total	14	162.649			

C.V. = 3.29 % Mean = 40.673

ตารางผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R5 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	411.785	102.946	67.77**	0.0001
BL	2	9.853	4.926	3.24^{ns}	0.0930
Error	8	12.152	1.519		
Corrected Total	14	433.790			

C.V. = 1.95 % Mean = 63.221

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด ระยะ R6 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	1470.76	367.691	9.55**	0.0039
BL	2	66.83	33.413	0.87^{ns}	0.4559
Error	8	307.95	38.493		
Corrected Total	14	1845.54			

C.V. = 6.97 % Mean = 89.003

ตารางผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R7 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	470.104	117.526	19.20**	0.0004
BL	2	7.668	3.834	0.63^{ns}	0.5588
Error	8	48.959	6.120		
Corrected Total	14	526.730			

C.V. = 2.94 % Mean = 84.277

ตารางผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R8 ในฤดูฝน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	490.970	122.742	43.25**	0.0001
BL	2	17.123	8.561	3.02^{ns}	0.1056
Error	8	22.702	2.838		
Corrected Total	14	530.794			

C.V. = 2.03 % Mean = 82.975

MAEJO UNIVERSITY

ตารางผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V1 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	14.4742	3.61855	5.20*	0.0232
BL	2	3.1153	1.55765	2.24^{ns}	0.1690
Error	8	5.5672	0.69591		
Corrected Total	14	23.1567			

C.V. = 38.92 % Mean = 2.1433

ตารางผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V2 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	18.4699	4.61748	12.42**	0.0016
BL	2	0.6647	0.33233	0.89^{ns}	0.4463
Error	8	2.9746	0.37183		
Corrected Total	14	22.1092			

C.V. = 20.09 % Mean = 3.0347

ตารางผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V3 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	46.2773	11.5693	6.43*	0.0129
BL	2	0.0200	0.0100	0.01^{ns}	0.9945
Error	8	14.4021	1.8003		
Corrected Total	14	60.6994			

C.V. = 30.73 % Mean = 4.366

ตารางผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V4 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	62.5785	15.6446	5.38*	0.0211
BL	2	0.0161	0.0081	0.00^{ns}	0.9972
Error	8	23.2722	2.9090		
Corrected Total	14	85.8668			

C.V. = 30.03 %   Mean = 5.68

ตารางผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V5 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	150.554	37.6386	5.30*	0.0220
BL	2	3.244	1.6218	0.23^{ns}	0.8007
Error	8	56.780	7.0975		
Corrected Total	14	210.578			

C.V. = 26.03 %   Mean = 10.235

ตารางผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ V6 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	137.177	34.2943	4.02*	0.0447
BL	2	22.850	11.425	1.34^{ns}	0.3150
Error	8	68.243	8.5303		
Corrected Total	14	228.270			

C.V. = 16.005 %   Mean = 18.25

ตารางผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R1 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	161.025	40.2562	7.88**	0.0070
BL	2	50.692	25.3461	4.96*	0.0397
Error	8	40.874	5.1093		
Corrected Total	14	252.591			

C.V. = 12.69 % Mean = 17.811

ตารางผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R2 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	159.574	39.8936	12.15**	0.0018
BL	2	9.231	4.6155	1.41^{ns}	0.2998
Error	8	26.269	3.2837		
Corrected Total	14	195.075			

C.V. = 8.46 % Mean = 21.418

ตารางผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R3 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	177.526	44.3815	9.11**	0.0045
BL	2	15.080	7.5400	1.55^{ns}	0.2701
Error	8	38.958	4.8698		
Corrected Total	14	231.564			

C.V. = 9.41 % Mean = 23.447

ตารางผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R4 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	224.188	56.0470	27.32**	0.0001
BL	2	27.501	13.7507	6.70*	0.0195
Error	8	16.410	2.0512		
Corrected Total	14	268.099			

C.V. = 5.76 %　　Mean = 24.883

ตารางผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R5 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	291.187	72.7967	13.00**	0.0014
BL	2	57.977	28.9885	5.18*	0.0361
Error	8	44.789	5.5986		
Corrected Total	14	393.953			

C.V. = 8.98 %　　Mean = 26.346

ตารางผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R6 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	304.485	76.1212	13.06**	0.0014
BL	2	14.453	7.2265	1.24^{ns}	0.3395
Error	8	46.617	5.8271		
Corrected Total	14	365.554			

C.V. = 12.57 %　　Mean = 19.204

ตารางผนวก 27 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R7 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	21.6495	5.41237	3.07^{ns}	0.0827
BL	2	2.8376	1.41881	0.81^{ns}	0.4801
Error	8	14.0916	1.76145		
Corrected Total	14	38.5787			

C.V. = 14.06 % Mean = 9.4407

ตารางผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ ANOVA การสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดระยะ R8 ในฤดูแล้ง

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
TR	4	0.35809	0.08952	0.59^{ns}	0.6816
BL	2	0.54889	0.27445	1.80^{ns}	0.2264
Error	8	1.22051	0.15256		
Corrected Total	14	2.12749			

C.V. = 21.49 % Mean = 1.8173

MAEJO UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายปวีณ โภชนา	
เกิดเมื่อ	11 เมษายน พ.ศ. 2521	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2527	ประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล 4 จังหวัดพะเยา
	พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา
	พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา
	พ.ศ. 2539	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) พืชศาสตร์ (พืชไร่) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน		
	พ.ศ. 2544	บริษัท อัพพอยท์ อะโกร จำกัด
	พ.ศ. 2547	บริษัท วิวัฒน์กสิกิจ จำกัด
	พ.ศ. 2548	บริษัท เอส.เอ.บี.ซัพพลาย จำกัด